This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Over dit boek**

Dit is een digitale kopie van een boek dat al generaties lang op bibliotheekplanken heeft gestaan, maar nu zorgvuldig is gescand door Google. Dat doen we omdat we alle boeken ter wereld online beschikbaar willen maken.

Dit boek is zo oud dat het auteursrecht erop is verlopen, zodat het boek nu deel uitmaakt van het publieke domein. Een boek dat tot het publieke domein behoort, is een boek dat nooit onder het auteursrecht is gevallen, of waarvan de wettelijke auteursrechttermijn is verlopen. Het kan per land verschillen of een boek tot het publieke domein behoort. Boeken in het publieke domein zijn een stem uit het verleden. Ze vormen een bron van geschiedenis, cultuur en kennis die anders moeilijk te verkrijgen zou zijn.

Aantekeningen, opmerkingen en andere kanttekeningen die in het origineel stonden, worden weergegeven in dit bestand, als herinnering aan de lange reis die het boek heeft gemaakt van uitgever naar bibliotheek, en uiteindelijk naar u.

**Richtlijnen voor gebruik**

Google werkt samen met bibliotheken om materiaal uit het publieke domein te digitaliseren, zodat het voor iedereen beschikbaar wordt. Boeken uit het publieke domein behoren toe aan het publiek; wij bewaren ze alleen. Dit is echter een kostbaar proces. Om deze dienst te kunnen blijven leveren, hebben we maatregelen genomen om misbruik door commerciële partijen te voorkomen, zoals het plaatsen van technische beperkingen op automatisch zoeken.

Verder vragen we u het volgende:

+ *Gebruik de bestanden alleen voor niet-commerciële doeleinden* We hebben Zoeken naar boeken met Google ontworpen voor gebruik door individuen. We vragen u deze bestanden alleen te gebruiken voor persoonlijke en niet-commerciële doeleinden.

+ *Voer geen geautomatiseerde zoekopdrachten uit* Stuur geen geautomatiseerde zoekopdrachten naar het systeem van Google. Als u onderzoek doet naar computervertalingen, optische tekenherkenning of andere wetenschapsgebieden waarbij u toegang nodig heeft tot grote hoeveelheden tekst, kunt u contact met ons opnemen. We raden u aan hiervoor materiaal uit het publieke domein te gebruiken, en kunnen u misschien hiermee van dienst zijn.

+ *Laat de eigendomsverklaring staan* Het “watermerk” van Google dat u onder aan elk bestand ziet, dient om mensen informatie over het project te geven, en ze te helpen extra materiaal te vinden met Zoeken naar boeken met Google. Verwijder dit watermerk niet.

+ *Houd u aan de wet* Wat u ook doet, houd er rekening mee dat u er zelf verantwoordelijk voor bent dat alles wat u doet legaal is. U kunt er niet van uitgaan dat wanneer een werk beschikbaar lijkt te zijn voor het publieke domein in de Verenigde Staten, het ook publiek domein is voor gebruikers in andere landen. Of er nog auteursrecht op een boek rust, verschilt per land. We kunnen u niet vertellen wat u in uw geval met een bepaald boek mag doen. Neem niet zomaar aan dat u een boek overal ter wereld op allerlei manieren kunt gebruiken, wanneer het eenmaal in Zoeken naar boeken met Google staat. De wettelijke aansprakelijkheid voor auteursrechten is behoorlijk streng.

**Informatie over Zoeken naar boeken met Google**

Het doel van Google is om alle informatie wereldwijd toegankelijk en bruikbaar te maken. Zoeken naar boeken met Google helpt lezers boeken uit allerlei landen te ontdekken, en helpt auteurs en uitgevers om een nieuw leespubliek te bereiken. U kunt de volledige tekst van dit boek doorzoeken op het web via `http://books.google.com`

LSoc 3061.25

Harvard College Library

FROM

Transferred from the
Astronomical Observatory

17 May, 1900

# VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

# KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

# WETENSCHAPPEN.

# VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

# KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

# WETENSCHAPPEN.

---

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

---

TWEEDE REEKS.

ZEVENDE DEEL.

AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1873.

LSoc 306.25

90 3/16

Harvard College Library
May 17, 1900
Transferred from the
Astronomical Observatory.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER-KRÖBER-BAKELS.

# INHOUD

VAN HET

# ZEVENDE DEEL,

## TWEEDE REEKS.

## MEDEDEELINGEN.


G. F. W. BAEHR, Note sur l'équation de continuité du mouvement des fluides . . . . . blz 1.

J. L. HOORWEG, Over den galvanischen stroom, ontstaan bij ongelijktijdig indompelen van platina in water . . " 4.

D. KIKKENS DE HAAN, Bijdragen tot de theorie der bepaalde integralen, N°. XII en XIII. . . . . " 12.

P. BLEEKER, Description et figure du Cichla Temensis Humb. (Avec une Planche) . . . . . " 32.

———— Troisième notice sur la faune ichthyologique des îles Arou . . . . . " 35.

———— Mededeelingen omtrent eene herziening der indisch-archipelagische soorten van Epinephelus, Lutjanus, Dentex en verwante geslachten . . . . . " 40.

W. KOSTER, Verdere onderzoekingen omtrent de vorming van folliculi Graafiani in het ovarium van den volwassen mensch. (Met twee Platen.) . . . . . " 47.

V. S. M. VAN DER WILLIGEN, Over de verschijnselen van gekleurde polarisatie voor éénassige kristallen in convergent licht . . . . . " 71.

W. F. R. SURINGAR, Waarnemingen van eenige plantaardige monstruositeiten. (Met zes Platen.) . . . . . blz. 131.
P. BLEEKER, Description et figure d'une espèce insulindienne d'Orthagoriscus. (Met eene Plaat.) . . . . . " 151.
R. W. M. VAN HASSELT, Tweede mededeeling omtrent de afrikaansche pijlvergiften. . . . . " 154.
H. VOGELSANG, Ueber die natürlichen Ultramarin-Verbindungen. (Met drie Platen.) . . . . . " 161.
E. H. VON BAUMHAUER, Over den diamant. . . . . " 200.
C. H. C. GRINWIS, Over de theorie der Resonatoren. . . " 217.
P. BLEEKER, Révision des espèces insulindiennes des genres Diapterus et Pentaprion . . . . . " 233.
V. S. M. VAN DER WILLIGEN, Over de onhoudbaarheid der stelling dat de breking der lichtstralen wordt gewijzigd door de beweging van lichtbron en prisma. . . " 257.
T. J. STIELTJES, Over de wijze van berekening van het waterbezwaar in polders . . . . . " 336.
P. J. VAN KERCKHOFF, Over veranderlijke of onveranderlijke verbindingswaarde der elementen. . . . . " 348.

# NOTE

SUR L'ÉQUATION

# DE CONTINUITÉ DU MOUVEMENT DES FLUIDES,

PAR

G. F. W. BAEHR.

On peut obtenir cette équation d'une manière plus générale que par la considération du parallélipipède infiniment petit.

Autour d'une molécule P du fluide décrivons une surface fermée quelconque mais infiniment petite $\sigma$; soient J le volume et, au bout du temps $t$, $m$ la masse du fluide contenus dans $\sigma$, $\varrho$ la densité au point P; on aura

$$\varrho = \frac{m}{J},$$

où J est constant, tandisque $\varrho$ et $m$ sont des fonctions du temps et des coordonnées rectangulaires $x$, $y$, $z$ de P, en sorte que différentiant partiellement par rapport au temps, il s'ensuit

$$\frac{d\varrho}{dt} = \frac{1}{J}\frac{dm}{dt} \quad \ldots \ldots \quad (\alpha)$$

Soient maintenant $u$, $v$, $w$ les composantes parallèles aux axes des coordonnées de la vitesse de P; $u'$, $v'$, $w'$ celles de la vitesse V' en un point de $\sigma$, qui ait pour coordonnées par rapport à des axes parallèles à ceux des $x$, $y$, $z$, mais dont l'origine est en P, les quantités infiniment petites $\xi$, $\eta$, $\zeta$; $d\sigma$ l'élément de la surface $\sigma$, $\varrho'$ la densité et (N.V') l'angle entre la normale extérieure N et la direction de V' en ce point. Le volume du fluide, qui dans l'instant $dt$ sort de $\sigma$ par l'élément $d\sigma$, sera un cilindre oblique, qui a $d\sigma$ pour base et dont la

génératrice, de longueur $V'dt$, fait un angle $(N.V')$ avec la perpendiculaire à la base ; la masse, qui sort par $d\sigma$, sera donc

$$d\sigma \times V'dt \times Cos\,(N.V') \times \rho' ;$$

pour les éléments de $\sigma$ où l'angle $(N.V')$ est obtus ce produit sera négatif, et sa valeur absolue est la masse qui entre par ces éléments, en sorte que la somme

$$\Sigma\, \rho'\, V'\, Cos\,(N.V')\, d\sigma\, dt,$$

étendue à la surface totale $\sigma$, donnera l'excès de la masse qui sort sur celle qui entre dans $\sigma$ pendant le temps $dt$, et que l'on aura

$$\frac{dm}{dt} = -\Sigma\, \rho'\, V'\, Cos\,(N.V')\, d\sigma,$$

ou

$$\frac{dm}{dt} = -\Sigma\left[\rho' u'\, Cos\,(N.\xi) + \rho' v'\, Cos\,(N.\eta) + \rho' w'\, Cos\,(N\,\zeta)\right] d\sigma,$$

en désignant par $(N.\xi)$, $(N.\eta)$, $(N.\zeta)$, les angles de la normale avec les axes des coordonnées.

Dans cette expression $\rho' u'$, $\rho' v'$, $\rho' w'$ sont les valeurs de $\rho u$, $\rho v$, $\rho w$ quand on passe à un instant donné du point $x$, $y$, $z$ au point infiniment voisin $x + \xi$, $y + \eta$, $z + \zeta$ ; donc, en développant par la formule de TAYLOR, et se bornant, comme il le faut, aux termes infiniments petits du premier ordre, elle devient :

$$\begin{aligned}\frac{dm}{dt} = -\Sigma\Big[&\Big(\rho u + \frac{d.\rho u}{dx}\xi + \frac{d.\rho u}{dy}\eta + \frac{d.\rho u}{dz}\zeta\Big)\, Cos\,(N.\xi)\\ &+ \Big(\rho v + \frac{d.\rho v}{dx}\xi + \frac{d.\rho v}{dy}\eta + \frac{d.\rho v}{dz}\zeta\Big)\, Cos\,(N.\eta)\\ &+ \Big(\rho w + \frac{d.\rho w}{dx}\xi + \frac{d.\rho w}{dy}\eta + \frac{d.\rho w}{dz}\zeta\Big)\, Cos\,(N.\zeta)\Big] d\sigma ;\end{aligned}$$

mais on sait que si les sommes doivent être étendues à une surface fermée quelconque, dont le volume est J, l'on a :

$\Sigma\ d\sigma\ Cos(N.\xi) = 0,\ \Sigma\ d\sigma\ Cos(N.\eta) = 0,\ \Sigma\ d\sigma\ Cos(N.\zeta) = 0,$
$\Sigma\ \xi\ d\sigma\ Cos(N.\xi) = J,\ \Sigma\ \eta\ d\sigma\ Cos(N.\xi) = 0,\ \Sigma\ \zeta\ d\sigma\ Cos(N.\xi) = 0,$
$\Sigma\ \xi\ d\sigma\ Cos(N.\eta) = 0,\ \Sigma\ \eta\ d\sigma\ Cos(N.\eta) = J,\ \Sigma\ \zeta\ d\sigma\ Cos(N.\eta) = 0,$
$\Sigma\ \xi\ d\sigma\ Cos(N.\zeta) = 0;\ \Sigma\ \eta\ d\sigma\ Cos(N.\zeta) = 0;\ \Sigma\ \zeta\ d\sigma\ Cos(N\ \zeta) = J;$

ce qui réduit l'expression précédente à :

$$\frac{dm}{dt} = -\ J\left\{\frac{d.\varrho u}{dx} + \frac{d.\varrho v}{dy} + \frac{d.\varrho w}{dz}\right\},$$

et substituant ceci dans l'équation ($\alpha$), on obtient

$$\frac{d\varrho}{dt} + \frac{d.\varrho u}{dx} + \frac{d.\varrho v}{dy} + \frac{d.\varrho w}{dz} = 0,$$

et lorsque $\varrho$ est constant, ou pour les liquides,

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0.$$

*Delft*, Octobre 1872.

---

# OVER DEN GALVANISCHEN STROOM,

ONTSTAAN BIJ

## ONGELIJKTIJDIG INDOMPELEN VAN PLATINA IN WATER

DOOR

**Dr. J. L. HOORWEG.**

Het is bekend, dat men een galvanischen stroom verkrijgt, indien men de uiteinden van een keten van goede geleiders van hetzelfde metaal vervaardigt, en deze uiteinden eenigen tijd na elkander in eene of andere vloeistof dompelt.

De oorsprong dezer stroomen licht grootendeels nog in het duister. Voornamelijk is dit het geval met den stroom, die ontstaat indien men platina en zuiver water bij die proef aanwendt. Hiervoor zijn proeven gedaan door SCHRÖDER *), QUINCKE †) en GAUGAIN §).

SCHRÖDER nam gedistilleerd water, dat op zijne zuiverheid was onderzocht en dompelde daarin twee platinadraden, die in warm zwavelzuur waren afgebeten en daarna in zuiver water afgewasschen. Er ontstaat geen stroom. Maar, indien nu de eene draad er uitgenomen, met fijn schuurpapier afgeschuurd en daarna weder ingedompeld werd, dan ontstond een stroom, die van den laatst ingedompelden door het water naar den eersten draad gaat. De draad die het langst in het water had doorgebracht, was dus electro-negatief veranderd. Verdere proeven versterkten hem in de meening, dat het platina in water door eene slecht geleidende meer electro-negatieve laag bedekt wordt.

---

*) POGG. *Annalen*. Bd. 54. S. 80.

†) POGG. *Annalen*. Bd. 107. S. 12.

§) *Compt. Rend.* 26 Févr. 1872.

De proeven van QUINCKE werden ondernomen, toen hij bij de ontdekking zijner diaphragmen-stroomen wilde aantoonen, dat zij niet denzelfden oorsprong hadden als de capillariteits-stroomen van BECQUEREL. QUINCKE vond de uitkomsten van SCHRÖDER bevestigd en bracht de genoemde capillariteits-stroomen tot dezelfde rubriek van verschijnselen terug.

Eindelijk heeft ook GAUGAIN zich met deze zaak bezig ge houden. Hij plaatst twee gereinigde platina-platen, die met een galvanometer verbonden zijn, in zuiver gedistilleerd water, neemt een er uit, veegt die met een schoonen doek af en dompelt ze weder in. Er ontstaat een stroom, die dezelfde richting heeft als bij de proeven van SCHRÖDER. Uit de waarneming, dat over de afgeveegde plaat het water zich niet gelijkmatig verspreidt, trekt hij dan de conclusie, dat de oorzaak van den stroom moet gelegen zijn in een laagje vet, waarmede de plaat door het afvegen wordt bedekt. GAUGAIN is ook de eerste, die de electromotorische kracht van dien stroom heeft trachten te bepalen. Volgens de methode van J. REGNAULD *) vindt hij daarvoor 30—56 malen die van een $\frac{\text{Bi—Cu}}{0^0—100^0}$ element.

Vatten wij deze proeven samen, dan blijkt het dat het onderwerp verre van uitgeput is; dat zelfs SCHRÖDER en GAUGAIN gedeeltelijk tot tegenovergestelde uitkomsten komen.

Om die reden heb ik vroegere proeven omtrent deze zaak weder opgevat en deel de uitkomst van dit onderzoek in het volgende mede.

Met een spiegel-galvanometer van WIEDEMANN, wiens magnetische spiegel nog gedeeltelijk geästatiseerd was door een nabijzijnde magneetstaaf, werden geleiddraden verbonden, die in twee kwikbakjes uitliepen. Aan de platina-draden, waarmede de proeven zouden verricht worden, waren koperdraden gesoldeerd, die zoodanig omgebogen waren, dat zij in de kwikbakjes dompelden, indien de platina-draden in het glas water vielen. De afwijking van den magneetspiegel werd afgelezen met een kijker en een schaal, die op 1865 mm. van den spiegel was verwijderd.

---

*) *Annales de Chem. et de Phys.* (3) Tome 44, pg. 453.

In de eerste plaats moest gezorgd worden, dat het water zoo volkomen mogelijk vrij was van alle inmengselen. Daartoe werd gewoon gedistilleerd water behandeld volgens de methode van TROMMSDORFF *), waardoor het zelfs vrij wordt van ammoniak en organische stoffen. Het glas werd 24 uur in sterk zwavelzuur gezet, daarna met warm zwavelzuur omgespoeld en eindelijk met overvloed van gedistilleerd water uitgewasschen. De platina-draden waren van eenzelfden gelijkmatig getrokken draad afgeknipt en, tot op een klein gedeelte na, in glazen buizen ingesmolten. Zij werden in sterk salpeterzuur of zwavelzuur afgebeten, ook ettelijke malen met gedistilleerd water afgewasschen en daarna de eene in het glas met water gedompeld. De andere werd in 't luchtledige naast een bak met zwavelzuur gedroogd. Zoo nu deze laatste ook in het water gebracht werd, was de keten gesloten en trad een vrij sterke stroom op, die in het water van den laatsten naar den eersten draad liep, dus in den zin door SCHRÖDER gevonden. Uit deze proef, die verscheidene malen herhaald is, blijken drie zaken: ten eerste dat geen vreemde bijmengselen het verschijnsel voortbrengen; ten tweede, dat geen deshomogeniteit der draden in 't spel komt; ten derde dat de verklaring van GAUGAIN onjuist is. Hier toch is het afvegen geheel en al ontweken.

Eerst trachtte ik hetzelfde doel te bereiken door den eenen draad te gloeien, maar na vele proeven bevond ik, dat dan altijd, zelfs in een alcoholvlam, het platina bedekt wordt met een zoutlaag, die na lang gloeien zelfs met de vingers voelbaar werd. De stroom, dien men met zulk een uitgegloeiden draad verkrijgt, is ook tegengesteld aan dien bij de eerstgenoemde proef.

Het afschuren met fijn schuurpapier geeft echter volkomen dezelfde uitkomsten als het afwasschen en drogen in 't luchtledig, en daar deze laatste methode veel tijd vergt, heb ik in 't vervolg altijd van de eerste manier van reinigen gebruik gemaakt.

Bij die proeven is de eenige onreinheid, die nog zou kunnen bestaan, deze, dat het platina met andere stoffen gemengd

*) *Zeitschr. f. analyt. Chemie v.* FRESENIUS, 8r Jahrg. S. 355.

was. Nadere proeven omtrent dit punt heb ik niet genomen en meende ik ook te kunnen nalaten, omdat GAUGAIN gewerkt heeft met platina-plaatjes, van wier zuiverheid hij overtuigd was.

Het optreden van den stroom bij ongelijktijdig indompelen is dus wel degelijk een verschijnsel, dat optreedt tusschen platina en water, geheel alleen.

Men kan zich nu drie verschillende oorzaken voor den stroom voorstellen: 1°. het platina werkt scheikundig op het water; 2°. het platina wordt in de lucht door een laag bedekt, die in het water er van wordt opgelost; 3°. het platina wordt in het water met eene of andere laag bedekt.

I. Hoewel de onderstelling, dat platina het water zou ontleden niet waarschijnlijk klinkt, is zij toch niet onmogelijk. De proeven dienen hier te beslissen.

Is die onderstelling waar, dan moet de electromotorische kracht van den bedoelden stroom gelijk zijn aan het electro-dynamisch equivalent van de ontleding van water, welk door verschillende onderzoekers gevonden is = 1,97 —2,56 DANIELL *).

De bepaling dier electromotorische kracht was dus van aanbelang. Intusschen is dat onderzoek bij een stroom, die zoo ras verdwijnt, niet zeer gemakkelijk. 't Is zelfs vooruit niet zeker of het stroomen zijn, waar de wet van OHM voor geldt Het konden ook, zooals velen gemeend hebben, korte storingen zijn in 't electrisch evenwicht, even spoedig verloopen als de ontladings-stroom van een leidsche flesch.

Ik koos voor de bepaling der electromotorische kracht de methode van POGGENDORFF, zooals zij gewijzigd is door Dr. BOSSCHA. Polarisatie treedt dan niet op, en de galvanometer vervult slechts de rol van galvanoscoop. Ik maakte daarbij gebruik van de weerstandsbank, waarvan Dr. SPRUYT †) de verschillende weerstanden volgens de methode van BOSSCHA had bepaald.

Ten einde bij het telkens afpoetsen van een der draden toch altijd onder dezelfde omstandigheden te werken, werden in de kurk, die het glas water bedekte, twee glazen buizen bevestigd,

---

*) WIEDEMANN, *Die Lehre vom Galvanismus*, 1861, S. 475.

†) *Academisch Proefschrift*. Arnhem, J. v. EGMOND, pg. 90.

die tot bijna op den bodem van het glas reikten Daardoor vielen de platinadraden met hunne beschermende buisjes altijd op dezelfde plaats van de vloeistof. Het constante element waarmede onze stroom vergeleken werd, was een element van DANIELL. Telkens wanneer onderzocht was, welke der twee stroomen de overhand had, werd de keten afgebroken, de weerstand veranderd en de platinadraad op nieuw gepoetst. Dit werd zoo lang voortgezet tot bij vernieuwde indompeling geen afwijking van den spiegel werd waargenomen.

Drie waarnemingen, onder verschillende omstandigheden gedaan, leverden tot uitkomst:

$$e = 0{,}25 \text{ D}$$
$$e = 0{,}28 \text{ D}$$
$$e = 0{,}26 \text{ D}$$

Gemiddeld $e = 0{,}26$ DANIELL.

De overeenstemming dezer uitkomsten bewijst, dat de stroomen wel degelijk aan de wet van OHM onderworpen zijn, terwijl verder blijkt, dat de electromotorische kracht veel kleiner is, dan bij scheikundige ontleding van 't water mogelijk zou zijn.

II. De tweede onderstelling, dat nl. een laag van eene of andere stof zich uit de lucht op het platina afzet, en dan door het water wordt opgelost, klinkt minder onwaarschijnlijk.

De proeven van TOMLINSON *), enz. bewijzen, hoe zelden men het geluk heeft met een zuiver metaaloppervlak te werken. Zoo echter de draad behoorlijk is afgebeten met sterke zuren en daarna met zuiver water afgewasschen, kan men alleen waterdamp of gassen op het metaal verwachten, en wel alleen lucht of koolzuur.

Ik heb echter verscheidene malen de draden, na ze goed gereinigd te hebben, wel 24 uur in 't luchtledig doen doorbrengen in de nabijheid van een groote schaal geconcentreerd zwavelzuur. Men kan dan verwachten dat de waterdamp er af is, en toch verkreeg ik den bedoelden stroom. Ook verkreeg ik somtijds door gloeiing in een spiritus-vlam een uitslag in

*) *Phil Mag.* (4) Vol. 36, pg, 241.

denzelfden zin als door 't afpoetsen. Dan hadden zich geen zouten uit de vlam op 't metaal nedergezet, de waterdamp was stellig verwijderd, en toch ontstond dezelfde stroom.

Om te onderscheiden of de oorzaak van den stroom ook gelegen is in een laagje lucht, op den laatst in te dompelen draad gecondenseerd en van den eersten opgelost door het water, nam ik de volgende proef.

Ik reinigde zorgvuldig beide draden en dompelde ze gelijktijdig in het water (hetgeen bij iedere proef ververscht werd). Er was geen stroom te bespeuren. Nu werd door een der glazen buizen, die in de kurk bevestigd waren, om de draden bij hun val in het water te geleiden, lucht ingeperst, die dan den overeenkomstigen platina draad bedekte en verder in bellen oprees. Er ontstond een zwakke stroom, van den eenen draad door het water naar den met lucht bedekten draad, derhalve:

(lucht — water — platina);

$\longleftarrow$

terwijl wij vroeger vonden:

(laatst ingedompelde — water — eerst ingedompelde draad).

$\longrightarrow$

Vooreerst is dus de richting tegengesteld aan de onderstelling, ten tweede is de stroom veel te zwak.

Dezelfde proef werd vele malen met den zelfden uitslag herhaald.

Evenzoo de volgende, waarbij, in plaats van lucht, koolzuur naar een der platina-draden gevoerd werd. Weder vond ik een uitkomst, strijdig met de onderstelling, nl.:

(koolzuur — water — platina).

$\longleftarrow$

Noch waterdamp, noch lucht of koolzuur op den laatst in te dompelen draad kan dus de oorzaak der bedoelde stroomen zijn.

III. Wij houden derhalve slechts de laatste onderstelling over, nl. dezelfde als van SCHRÖDER, dat op den eerst ingedompelden draad zich uit het water eene of andere electro-negatieve laag afzet. Vat men in het oog dat men hier alleen met pla-

tina en water te doen heeft, dan kan die laag alleen zijn óf water, dat op het platina is verdicht, óf een of ander gas, uit het water ontstaan of er in opgelost.

Dat het water door platina zoodanig verdicht zou worden, dat het geheel andere eigenschappen verkrijgt en zelfs meer electro-negatief wordt dan platina, kan moeielijk geloofd worden. Intusschen heeft WALCKER *) een dergelijke bijzondere verdichting van vloeistoffen op de oppervlakte van platina meenen op te merken.

Indien hier echter de oorzaak der stroomen lag, dan zou langdurige uitkoking van het water geen verandering in de stroomsterkte kunnen teweegbrengen, mits het bij de proef maar weder op de gewone temperatuur wordt afgekoeld.

Nu daalden de uitslagen van den spiegel, die anders hoogstens 5 mm. uiteenloopen, door deze behandeling van het water van 100 mm. op 40 mm.

De gassen, uit het water door ontleding ontstaan, zijn zuurstof en waterstof. Geen van beiden kan zich echter op den eerst ingedompelden draad hebben afgezet, daar het water niet scheikundig ontleed wordt. Ten overvloede heb ik echter de volgende directe proeven genomen.

Eerst werden weder beide draden goed gereinigd en gelijktijdig in versch water ingedompeld, zoodat er geen stroom ontstond. Nu werd door eén der meergenoemde buisjes zuurstof naar den overeenkomstigen draad gevoerd: er ontstond óf geen óf een uiterst zwakke stroom. Zuurstof valt dus geheel weg. Met waterstof verkreeg ik daarentegen een zeer sterken stroom, die intusschen eene met de onderstelling strijdige richting heeft, zooals door vergelijking blijkt:

(waterstof — water — platina)

⟶

(eerst ingedompelde — water — laatst ingedompelde).

⟵

Er resten nu alleen nog de gassen, die in het water waren opgelost en daaruit op de oppervlakte van den eerst ingedom-

*) Pogg. *Annalen*. Bnd 4. S. 301.

pelden draad verdicht Deze gassen kunnen niet anders zijn dan lucht en koolzuur.

En waarlijk, door vergelijking van de stroomrichting blijkt het, dat deze gassen, op de genoemde wijze werkende, de oorzaak van den stroom kunnen zijn. Deze vergelijking geeft toch:

(eerst ingedompelde draad — water — laatst ingedompelde)

←

(lucht — water — platina)

←

(koolzunr — water — platina).

←

Maar, terwijl de gewone afwijking 100 mm. bedroeg, geeft de invoering van lucht bij de laatste proeven, slechts een afwijking van 10 of 20 mm.; koolzuur daarentegen gaf een stroom, die, naar gelang van de drukking op het gas uitgeoefend, een uitslag van 80—120 mm. veroorzaakte.

De keus moet dus noodzakelijk op het koolzuur vallen.

Eindelijk heb ik een nieuwe hoeveelheid zuiver water met koolzuur verzadigd, den eenen gereinigden draad er in geplaatst en daarna den anderen afgepoetst en insgelijks ingedompeld. De stroom had de gewone richting, maar was veel sterker. De uitslag variëerde tusschen 220—250 mm.

Ik meen dus aangetoond te hebben, dat de stroom, die optreedt bij ongelijktijdig indompelen van platina in water zijn oorsprong te danken heeft aan het koolzuur, dat in het water is opgelost, en zich daaruit op den eerst ingedompelden draad nederzet.

*Utrecht*, 9 April 1872.

# BIJDRAGEN

TOT DE

# THEORIE DER BEPAALDE INTEGRALEN,

## N°. XII EN XIII.

DOOR

**D. BIERENS DE HAAN.**

## XII AFLEIDING VAN EENIGE INTEGRALEN, DIE DE FACTOREN $eqx^p$, $Cos\,(qx^p)$, $Sin\,(qx^p)$ BEVATTEN.

1. Stelt men in de drie bepaalde integralen

$$\int_0^\infty e^{-qx}\,x^{p-1}\,dx = \frac{1}{q^p}\,\Gamma(p),$$

$$\int_0^\infty e^{-qx}\,Cos\,rx.\,x^{p-1}\,dx = \tfrac{1}{2}\left[(q-ri)^{-p}+(q+ri)^{-p}\right]\Gamma(p)\,..\,(a)$$

$$= \frac{\Gamma(p)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2}p}}\,Cos\left(p\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right),$$

$$\int_0^\infty e^{-qx}\,Sin\,rx.\,x^{p-1}\,dx = \frac{1}{2i}\left[(q-ri)^{-p}-(q+ri)^{-p}\right]\Gamma(p)\,..\,(b)$$

$$= \frac{\Gamma(p)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2}p}}\,Sin\left(p\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\text{*)},$$

{waarin overal $q>0$ en $p\leqq 1$ is},

*) Zie *Exposé de la théorie des propriétés etc. des Intégrales Définies.* Amst., 1862 (= *Verhand. Kon. Akad v. Wetensch.* Afd. Natuurk. Dl. 8) p. 439, 440.

vooreerst $x^p = y$, en vervangt men dan $p$ door $\frac{1}{p}$, zoo verkrijgt men

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\,dx = \frac{1}{p q^{\frac{1}{p}}}\,\Gamma\left(\frac{1}{p}\right) = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{q^{\frac{1}{p}}}, \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\,Cos\,(rx^p)\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\,.\,Cos\left(\frac{1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right), \quad \ldots (2)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\,Sin\,(rx^p)\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\,.\,Sin\left(\frac{1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right); \quad \ldots (3)$$

waarin nu, even als in het vervolg van deze bijdrage, overal $p \geqq 1$.

Deze integralen bevatten nu geen stelkundigen factor meer: de eerste komt voor $q = 1$ reeds voor in de *Nouvelles Tables d'Integrales Définies*. Leide 1867, in Table 26, N°. 4.

Stelt men in de beide laatste formulen $q = 0$, — en dit is geoorloofd, omdat de beide laatste der aangehaalde integralen ook nog voor die waarde van $q$ blijven gelden *) — zoo worden zij

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}}}\,Cos\,\frac{\pi}{2p}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}}}\,Sin\,\frac{\pi}{2p}; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

die voor $p = 2$ voorkomen in de *Nouv. Tables d'Int. Déf.* Table 70, N°. 1, 2.

---

*) Zie *Exposé de la Théorie* etc. p. 442.

Op deze integralen kan men met goed gevolg de methode toepassen van het differentieeren onder het integraalteeken naar eene of andere standvastige, die in de geïntegreerde functie voorkomt: de differentiatie „de curva in curvam" van LEIBNITZ. De grenzen van de integratie zijn hier van al die standvastigen geheel onafhankelijk.

2. Wil men de integralen (1), (2), (3) naar $q$ differentiëeren, dan wordt de uitkomst bij de twee laatsten tamelijk zamengesteld, hoewel men dan later door herleiding tot eenvoudiger uitkomsten kan geraken. Beter is het dit te ontwijken; en zulks kan zeer gemakkelijk door in de tweede leden dier vergelijkingen de coefficiënten van $\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)$ te vervangen door de vormen, die in de vergelijkingen $(a)$ en $(b)$ coefficiënten van $\Gamma(p)$ zijn. Op die wijze verkrijgt men

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, x^p\, dx = \frac{1}{p q^{\frac{1}{p}+1}}\,\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right), \ldots \ldots \ldots \ldots (6)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos(rx^p).x^p dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}}}\, Cos\left\{\left(1+\frac{1}{p}\right) Bgtg\frac{r}{q}\right\}, \ldots (7)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Sin(rx^p).x^p dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}}}\, Sin\left\{\left(1+\frac{1}{p}\right) Bgtg\frac{r}{q}\right\} \ldots (8)$$

De twee laatste uitkomsten had men ook kunnen afleiden door de formulen (3) en (2) naar $r$ te differentiëeren; in welk geval men tot dezelfde kunstgreep, als zoo even, zijn toevlucht had moeten nemen.

Maar men kan dezelfde integralen (1), (2) en (3) ook naar $p$ differentiëeren: alsdan behandele men die vormen zelve rechtstreeks, zoodat er komt

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx \,.\, x^p\, dx = \frac{-lq \,.\, \Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right) + \Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2 \,.\, q^{\frac{1}{p}+1}} \quad , \ldots \quad (9)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx \,.\, x^p\, dx \left[-q\, Cos\,(rx^p) - r\, Sin\,(rx^p)\right] dx =$$

$$= -\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\, Cos\left(\frac{1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right) +$$

$$+ \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\left[Bgtg\, \frac{r}{q} \,.\, Sin\left(\frac{1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right) +\right.$$

$$\left. + \frac{1}{2}\, l(q^2+r^2) \,.\, Cos\left(\frac{1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right)\right],$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx \,.\, x^p\, dx \left[r\, Cos\,(rx^p) - q\, Sin\,(rx^p)\right] dx =$$

$$= -\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\, Sin\left(\frac{1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right) +$$

$$+ \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}}}\left[\frac{1}{2}\, l(q^2+r^2) \,.\, Sin\left(\frac{1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right) -\right.$$

$$\left. - Bgtg\, \frac{r}{q} \,.\, Cos\left(\frac{1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right)\right].$$

Uit de beide laatste vergelijkingen kan men derhalve door oplossing de twee volgende integralen vinden

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\ Cos\,(rx^p)\ .\ lx\ .\ x^p\,dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[\left\{\frac{1}{2}rl(q^2+r^2)-qBgtg\frac{r}{q}\right\}Sin\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)-\right.$$

$$\left.-\left\{\frac{1}{2}ql(q^2+r^2)+rBgtg\frac{r}{q}\right\}Cos\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)\right]+ \qquad ..(10)$$

$$+\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[qCos\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)-rSin\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)\right],$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\ Sin\,(rx^p)\ .\ lx\ .\ x^p\,dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[\left\{qBgtg\frac{r}{q}-\frac{1}{2}rl(q^2+r^2)\right\}Cos\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)-\right.$$

$$\left.-\left\{rBgtg\frac{r}{q}+\frac{1}{2}ql(q^2+r^2)\right\}Sin\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)\right]+ \qquad ..(11)$$

$$+\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+1}}\left[rCos\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)+qSin\left(\frac{1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)\right].$$

Wat de twee integralen (4) en (5) betreft, deze kan men vooreerst naar $r$ differentiëeren: dit geeft ons

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\ .\ x^p\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+1}}\ Cos\,\frac{\pi}{2p}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,x^p\,dx = \frac{-\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p\,r^{\frac{1}{p}+1}}\,Sin\,\frac{\pi}{2p}\,. \quad \ldots\ldots\ (13)$$

zoo als zij ook zouden volgen uit de formulen (7) en (8), indien men daarin $q = 0$ stelde.

Maar ook dezelfde integralen kan men naar $p$ differentieeren, dan wordt

$$\int_0^\infty Sin(rx^p).lx.x^p\,dx = \frac{-\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,r^{\frac{1}{p}+1}}\left[lr\,.\,Cos\frac{\pi}{2p}+\frac{\pi}{2}\,Sin\frac{\pi}{2p}\right]+$$

$$+\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,r^{\frac{1}{p}+1}}\,Cos\,\frac{\pi}{2p}\,, \quad \ldots\ldots\ (14)$$

$$\int_0^\infty Cos(rx^p).lx.x^p\,dx = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,r^{\frac{1}{p}+1}}\left[lr\,.\,Sin\,\frac{\pi}{2p}-\frac{\pi}{2}\,Cos\,\frac{\pi}{2p}\right]-$$

$$-\frac{\Gamma'\left(1+\frac{1}{p}\right)}{p^2\,r^{\frac{1}{p}+1}}\,Sin\,\frac{\pi}{2p} \quad \ldots\ldots\ (15)$$

Wanneer men in de integralen (10) en (11) $q = 0$ had gesteld, zoude men tot dezelfde uitkomsten zijn gevoerd.

3. Men kan echter ook algemeener in plaats van éénmaal, liever $a$ maal differentieeren ten opzichte van de standvastigen onder de integraalteekens; op die wijze zal men hier tot merkwaardige uitkomsten geraken.

Voor de differentiatie naar $q$ geeft dit ten opzichte van de integralen (1), (2) en (3), — indien men bij de twee laatste wederom de overeenkomstige vormen uit de formulen ($a$) en ($b$) gebruikt, en dan later het theorema van DE MOIVRE in toepassing brengt, —

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, x^{ap}\, dx = \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{q^{\frac{1}{p}+a}} = \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p\, q^{\frac{1}{p}+a}}, \quad \ldots \quad (16)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p} \,.\, Cos\,(rx^p) \,.\, x^{ap}\, dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} Cos\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right) Bgtg\,\frac{r}{q}\right\} =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} Cos\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right) Bgtg\,\frac{r}{q}\right\}, \quad \ldots \ldots \quad (17)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p} \,.\, Sin\,(rx^p) \,.\, x^{ap}\, dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} Sin\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right) Bgtg\,\frac{r}{q}\right\} =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{1}{2p}+\frac{1}{2}a}} Sin\left\{\left(a+\frac{1}{p}\right) Bgtg\,\frac{r}{q}\right\}; \quad \ldots \ldots \quad (18)$$

waarbij de laatste herleiding daarop steunt, dat

$$\left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right) = \frac{1}{p}\left(1+\frac{1}{p}\right)^{a-1/1} \Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right) = \frac{1}{p}\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right) (c)$$

is. Omdat nu in deze formulen $p \geqq 1$, en overigens geheel onbepaald is, kan men $ap = s$ stellen, waarbij dus $s > 1$, en overigens geheel onbepaald blijft. Alsdan worden deze formulen

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, x^s\, dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{pq^{\frac{s+1}{p}}}\,; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, .\, Cos(rx^p)\, .\, x^s\, dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\, Cos\left(\frac{s+1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right),\, . (20)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, .\, Sin(rx^p)\, .\, x^s dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\, Sin\left(\frac{s+1}{p}\, Bgtg\, \frac{r}{q}\right);\, . (21)$$

en deze zijn nu veel algemeener dan de vorige (6), (7) en (8), die hieruit worden afgeleid door de onderstelling $s = p$.

Wanneer men evenzoo de integralen (4) en 5) $a$ maal differentieert ten opzichte van $r$, zoo komt er

$$\int_0^\infty Cos\,(\tfrac{1}{2}\,a\pi + rx^p)\, .\, x^{ap}\, dx = (-1)^a \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}+a}}\, Cos\, \frac{\pi}{2p} =$$

$$= (-1)^a\, \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+a}}\, Cos\, \frac{\pi}{2p}\,, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(\tfrac{1}{2}\,a\pi + rx^p)\, .\, x^{ap}\, dx = (-1)^a \left(\frac{1}{p}\right)^{a/1} \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{p}\right)}{r^{\frac{1}{p}+a}}\, Sin\, \frac{\pi}{2p} =$$

$$= (-1)^a\, \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+a}}\, Sin\, \frac{\pi}{2p}\,; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

om dezelfde reden als boven. Vermenigvuldigt men nu ten eerste deze uitkomsten (22) en (23) met $Cos\, \frac{1}{2}\, a\pi$ en $Sin\, \frac{1}{2}\, a\pi$,

en telt men de uitkomsten op, — vermenigvuldigt men ze ten tweede met $Sin\ \frac{1}{2}a\pi$ en $Cos\ \frac{1}{2}a\pi$, en neemt dan het verschil der uitkomsten; dan wordt

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,x^{ap}\,dx = (-1)^a \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+a}} Cos\left(\frac{\pi}{2p}-\tfrac{1}{2}a\pi\right) =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+a}} Cos\left(\tfrac{1}{2}a\pi+\frac{\pi}{2p}\right) \quad , \ldots\ldots\ldots (24)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,.\,x^{ap}\,dx = (-1)^a \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+a}} Sin\left(\frac{\pi}{2p}-\tfrac{1}{2}a\pi\right) =$$

$$= \frac{\Gamma\left(a+\frac{1}{p}\right)}{pr^{\frac{1}{p}+a}} Sin\left(\tfrac{1}{2}a\pi+\frac{\pi}{2p}\right) \quad ; \ldots\ldots\ldots (25)$$

waarin voor $(-1)^a$ beter geschreven is $Cos\,a\pi$, en dan eene goniometrische herleiding is toegepast. Stelt men ook hier $ap = s$, waarbij voor $s$ de bovenstaande opmerking blijft volgen, zoo verkrijgt men

$$\int_0^\infty Cos\,(rx^p)\,.\,x^s\,dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{pr^{\frac{s+1}{p}}} Cos\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) \quad , \ldots\ldots (26)$$

$$\int_0^\infty Sin\,(rx^p)\,.\,x^s\,dx = \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{pr^{\frac{s+1}{p}}} Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) \quad ; \ldots\ldots (27)$$

wederom algemeener dan de vroegere vormen (12) en (13), die zij bevatten voor $s = p$. Zij volgen ook uit (20) en (21), wanneer men daarin $q = 0$ neemt.

Ten einde evenzoo algemeener formulen te verkrijgen dan de gevondene (9), (10) en (11), kan men niet denzelfden weg volgen, dat is de uitkomsten (1) tot (5) van N°. 1 $a$ maal naar $p$ differentieeren: alsdan toch moest men het theorema van LEIBNITZ toepassen, en kan men op die wijze zijn doel niet bereiken. Maar wegens de uitkomsten, die reeds in dit N°. gevonden zijn, kan men eenen anderen weg inslaan: men kan toch de formulen (19), (20) en (21) éénmaal naar $p$ differentieeren: en alzoo de gewenschte uitkomsten verkrijgen. Ten einde ons het werk hierbij te verlichten, vervange men

$$\frac{1}{p}\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right) \text{ door } \frac{1}{s+1}\Gamma\left(\frac{s+p+1}{p}\right),$$

omdat naar de theorie der Gammafunctiën

$$\frac{s+1}{p}\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right) = \Gamma\left(\frac{s+1}{p}+1\right) \qquad (d)$$

is.

Op die wijze zal men vinden

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx\,.\,x^{p+s}\,dx = \frac{-lq.\Gamma\left(\frac{s+p+1}{p}\right)+\Gamma'\left(\frac{s+p+1}{p}\right)}{p^2\, q^{\frac{s+1}{p}+1}},$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx\,.\,x^{p+s}\,dx\left[-q\,Cos\,(rx^p) - r\,Sin\,(rx^p)\right] =$$

$$= \frac{-\Gamma'\left(\frac{s+p+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right) +$$

$$+ \frac{\Gamma\left(\frac{s+p+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\left[Bgtg\,\frac{r}{q}\,.\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right) +\right.$$

$$\left. + \tfrac{1}{2}\,l(q^2+r^2)\,.\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\right],$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx\,.\, x^{p+s}\, dx \left[r\, Cos\,(rx^p) - q\, Sin\,(rx^p)\right] =$$

$$= \frac{-\Gamma'\left(\frac{s+p+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\, Sin\left(\frac{s+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right) +$$

$$+ \frac{\Gamma\left(\frac{s+p+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\left[\tfrac{1}{2}\, l\,(q^2+r^2).\, Sin\left(\frac{s+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right) -\right.$$

$$\left. - Bgtg\,\frac{r}{q}\,.\, Cos\left(\frac{s+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\right].$$

Dewijl $p$ en $s$ onbepaald zijn, kan men hier overal $p+s$ door $s$ vervangen, die evenzeer onbepaald blijft. Verder kan men, even als in N°. 2, uit de twee laatste vergelijkingen, de twee integralen oplossen, die daarin voorkomen. Alzoo komt er

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, lx\,.\, x^s\, dx = \frac{-lq\,.\,\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right) + \Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\, q^{\frac{s+1}{p}}} \quad \ldots \quad (28)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos\,(rx^p)\,.\, lx\,.\, x^s\, dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[\left\{\tfrac{1}{2}rl(q^2+r^2) - Bgtg\,\frac{r}{q}\right\} Sin\left(\frac{s-p+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right) -\right.$$

$$\left. - \left\{\tfrac{1}{2}\, ql(q^2+r^2) + r\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right\} Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\right] +$$

$$+ \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[q\, Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right) -\right.$$

$$\left. - r\, Sin\left(\frac{s-p+1}{p}\, Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\right],$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\ Sin\,(rx^p)\ .\ lx\ .\ x\ dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[\left\{q\,Bgtg\frac{r}{q}-\tfrac{1}{2}rl(q^2+r^2)\right\}Cos\left(\frac{s-p+1}{p}Bgtg\frac{r}{q}\right)-\right.$$

$$\left.-\left\{r\,Bgtg\frac{r}{q}+\tfrac{1}{2}ql(q^2+r^2)\right\}Sin\left(\frac{s-p+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\right]+$$

$$+\frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\,(q^2+r^2)^{\frac{s+p+1}{2p}}}\left[r\ Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right)+\right.$$

$$\left.+\,q\ Sin\left(\frac{s-p+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right)\right].$$

Deze beide laatste waarden laten zich evenwel vereenvoudigen, zoodra men bedenkt, dat wegens

$$Cos\left(Bgtg\frac{r}{q}\right)=\frac{q}{\sqrt{q^2+r^2}},\ Sin\left(Bgtg\frac{r}{q}\right)=\frac{r}{\sqrt{q^2+r^2}},\ (e)$$

zoo als zij ook volgen uit de vormen ($a$) en ($b$) voor $p=1$, men ook heeft

$$\left.\begin{aligned} Sin\left(\frac{s-p+1}{p}\,Bgtg\,\frac{r}{q}\right) &= Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}-Bgtg\,\frac{r}{q}\right)= \\ &=\frac{1}{\sqrt{q^2+r^2}}\left[q\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)-r\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)\right], \\ Cos\left(\frac{s-p+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right) &= Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}-Bgtg\,\frac{r}{q}\right)= \\ &=\frac{1}{\sqrt{q^2+r^2}}\left[q\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)+r\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)\right], \end{aligned}\right\}(f)$$

Voert men deze waarden in de twee laatste integralen in, dan verkrijgt men

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Cos\,(rx^p)\,.\,lx\,.\,x^s\,dx =$$

$$= \frac{-\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\left[Bgtg\frac{r}{q}\,.\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)+\right.$$

$$\left.+\,\tfrac{1}{2}\,l(q^2+r^2)\,.\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)\right]+$$

$$+\frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{p}}}\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots(29)$$

$$\int_0^\infty e^{-qx^p}\, Sin\,(rx^p)\,.\,lx\,.\,x^s\,dx =$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)^1}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{2p}}}\left[Bgtg\frac{r}{q}\,.\,Cos\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)-\right.$$

$$\left.-\,\tfrac{1}{2}\,l(q^2+r^2)\,.\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)\right]+$$

$$+\frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2(q^2+r^2)^{\frac{s+1}{p}}}\,Sin\left(\frac{s+1}{p}\,Bgtg\frac{r}{q}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots(30)$$

Deze uitkomsten (28), (29) en (30), zijn nu werkelijk de gezochte, algemeenere integralen; voor $s = q$ worden zij teruggebracht tot de vorige (9), (10) en (11). Men hadde beide laatste ook uit de formulen (20) en (21) kunnen afleiden, door deze naar de standvastige $s$ te differentieeren: daarbij zoude evenzeer de willekeurigheid der waarde van die $s$ overtuigend gebleken zijn.

Dezelfde bewerking kan men nu ook verrichten bij de formulen (26) en (27), dat is, men kan ze hetzij naar $p$, hetzij naar $s$ differentieeren, en telkens zal de factor $lx$ bij de functie onder het integraalteeken komen. In het laatste geval komt er tevens de factor $x^s$ bij, in het eerste de factor $x^{p+s}$, zoodat men alsdan nog $p+s$ door $s$ moet vervangen. Wij kiezen derhalve hier den gemakkelijksten weg en differentieeren naar $s$.

$$\int_0^\infty Cos(rx^p) \,.\, lx \,.\, x^s\, dx = -\frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\, r^{\frac{s+1}{p}}}\left[\tfrac{1}{2}\pi\, Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) + \right.$$

$$\left. + lr \,.\, Cos\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right)\right] + \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\, r^{\frac{s+1}{p}}} Cos\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) \ldots \quad (31)$$

$$\int_0^\infty Sin(rx^p) \,.\, lx \,.\, x^s\, dx = -\frac{\Gamma\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\, r^{\frac{s+1}{p}}}\left[lr \,.\, Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) - \right.$$

$$\left. - \tfrac{1}{2}\pi \,.\, Cos\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right)\right] + \frac{\Gamma'\left(\frac{s+1}{p}\right)}{p^2\, r^{\frac{s+1}{p}}} Sin\left(\frac{s+1}{2p}\pi\right) \ldots \quad (32)$$

Men kan ook nog de verkregen algemeene integralen (19), (20), (21), (26) en (27) $b$ maal naar de standvastige $s$ differentieeren, waardoor onder het integraalteeken de factor $(lx)^a$ geboren wordt: maar de bewerkingen bij de tweede leden dier vergelijkingen worden te zamengesteld, om ze hier neder te schrijven.

## XIII. OVER DE INTEGRAAL $\int_a^b l\Gamma(x)\,dx$.

Wanneer men de bepaalde integraal

$$l\Gamma(x) = \int_0^\infty \frac{e^{-y}dy}{y}\left(x-1-\frac{1-e^{-(x-1)y}}{1-e^{-y}}\right) \quad *) \qquad (a)$$

naar $x$ integreert tusschen de grenzen $q$ en $q+1$, zoo komt er

$$\int_q^{q+1} l\Gamma(x)\,dx = \int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{y}\int_q^{q+1}\left(x-1-\frac{1-e^{-(x-1)y}}{1-e^{-y}}\right)dx, \quad (b)$$

waarbij de orde in het integreeren is omgekeerd. De laatste integraal is gemakkelijk als onbepaalde integraal te integreeren, en geeft dan

$$\tfrac{1}{2}x^2 - x - \frac{x+\frac{1}{y}e^{y}-e^{-xy}}{1-e^{-y}},$$

waarna voor het tweede lid van $(b)$ volgt

$$= \int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{y}\left\{q+\tfrac{1}{2}-1-\frac{1+\frac{1}{y}e^{y}\left(e^{-(q+1)y}-e^{-qy}\right)}{1-e^{-y}}\right\} =$$

$$= \int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{y}\left\{q-\tfrac{1}{2}-\frac{1}{1-e^{-y}}+\frac{e^{-(q-1)y}}{y}\right\} =$$

$$= \int_0^\infty \frac{dy}{y}\left\{\frac{1}{y}-\tfrac{1}{2}e^{-y}-\frac{e^{y}}{1-e^{-y}}\right\} + \int_0^\infty \frac{dy}{y}\left\{qe^{-y}+\frac{e^{-qy}-1}{y}\right\}.$$

---

*) Zie *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies*, Table 94 N°. 7.

De beide integralen in het tweede lid zijn nu bekend. De eerste is gelijk aan $\frac{1}{2}\ l\,2\,\pi$ *), de laatste aan $q\,lq - q$ †). Derhalve is

$$\int_q^{q+1} l\,\Gamma\,(x)\,dx = q\,lq - q + \tfrac{1}{2}\,l\,2\,\pi \text{ §}). \qquad (c)$$

Wanneer men $y = x + q$ stelt, volgt daaruit

$$\int_0^1 l\,\Gamma\,(x+q)\,dx = \tfrac{1}{2}\,l\,2\,\pi + q\,lq - q \text{ **}). \qquad (d)$$

Vervangt men in deze laatste uitkomst $q$ door $p$ en trekt men af, dan verkrijgt men

$$\int_0^1 l\,\frac{\Gamma\,(x+p)}{\Gamma\,(x+q)}\,dx = q\,lq - p\,lp - (q-p) \ldots\ldots\ldots (1)$$

nu geheel onafhankelijk van $l\,2\,\pi$.

Neemt men daarentegen in de vergelijking $(d)$ $q$ gelijk aan nul, zoo wordt $q\,lq = 0.\,\infty$.

Maar naar de bekende regels heeft men

$$\frac{lq}{q^{-1}} = \frac{\frac{1}{q}}{-q^{-2}} = -q, \text{ dus } = 0.$$

Derhalve is

$$\int_0^1 l\,\Gamma\,(x)\,dx = \tfrac{1}{2}\,l\,2\,\pi \text{ ††}).$$

---

*) Zie *Nouvelles Tables d'Intégrales Définies.* Table 94 „ 82.

†) „ „ „ „ „ „ 89 „ 24.

§) „ „ „ „ „ „ 340 „ 7.

**) „ „ „ „ „ „ 340 „ 5.

††) „ „ „ „ „ „ 340 „ 2.

Verder is

$$\int_0^1 l\Gamma(2x)dx = \tfrac{1}{2}\int_0^2 l\Gamma(y)\,dy = \tfrac{1}{2}\left[\int_0^1 l\Gamma(x)\,dx + \int_1^2 l\Gamma(x)\,dx\right]. \quad (e)$$

of wanneer men in de laatste integraal $x = y + 1$ stelt, zoodat zij $\int_0^1 l\Gamma(y+1)\,dy$ wordt,

$$\int_0^1 l\Gamma(2x)\,dx = \tfrac{1}{2}\left[\int_0^1 l\Gamma(x)\,dx + \int_0^1 l\Gamma(x+1)\,dx\right] =$$

$$= \tfrac{1}{2}\left[\tfrac{1}{2}l2\pi + (\tfrac{1}{2}l2\pi - 1)\right] = \tfrac{1}{2}(l2\pi - 1) \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

wanneer men de waarden der beide integralen van het tweede lid naar $(e)$ en naar $(d)$, voor $q = 1$, substitueert.

Om eindelijk algemeener $\int_0^1 l\Gamma(ax)\,dx$ te vinden, waar $a$ een geheel getal voorstelt, stelle men $ax = y$: dan wordt

$$a\int_0^1 l\Gamma(ax)\,dx = \int_0^a l\Gamma(x)\,dx\,. \quad (f)$$

In deze laatste integraal kan men den afstand der grenzen der integratie 0 en $a$ in $a$ nieuwe afstanden verdeelen, die telkens eene eenheid bevatten: men vindt dan

$$\int_0^a l\Gamma(x)\,dx = \int_0^1 l\Gamma(x)\,dx + \int_1^2 l\Gamma(x)\,dx\,. \;.\; + \int_h^{h+1} l\Gamma(x)\,dx + \ldots + \int_{a-1}^a l\Gamma(x)\,dx\,.$$

Voert men in elke dezer integralen $\int_h^{h+1} l\Gamma(x)\,dx$, de substitutie $x = y + h$ in, dat is

$$\int_h^{h+1} l\,\Gamma\,(x)\,dx = \int_0^1 l\,\Gamma\,(x+h)\,dx$$

zoo komt er

$$\int_0^a l\Gamma\,(x)\,dx = \int_0^1 l\Gamma\,(x)\,dy + \int_0^1 l\Gamma\,(x+1)\,dx \;\ldots +$$

$$+ \int_0^1 l\Gamma\,(x+k)\,dx + \ldots + \int_0^1 l\Gamma\,(x+a-1)\,dx.$$

Hierbij kan men nu de boven gevonden integralen (*e*) en (*d*) gebruiken, wanneer men in *d* achtereenvolgens $q = 1, = 2, \ldots = a-1$ stelt: en dit geeft ons

$$\int_0^a l\Gamma\,(x)\,dx = \tfrac{1}{2}\,l\,2\pi + (\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi - 1) + (\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi + 2\,l\,2 - 2) +$$

$$+ (\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi + 3\,l\,3 - 3) + \ldots + (\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi + k\,l\,k - k) +$$

$$\ldots + \{\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi + (a-1)\,l\,(a-1) - (a-1)\}$$

$$= a\,.\,\tfrac{1}{2}\,l\,2\pi - \tfrac{1}{2}\,a\,(a-1) + l\,P_{n=2}^{n=a-1}\,n^n =$$

$$= \tfrac{1}{2}\,a\,\{l\,2\pi - (a-1)\} + \sum_{n=2}^{n=a-1} n\,l\,n \quad \ldots \quad (3)$$

en derhalve naar (*f*)

$$\int_0^1 l\,\Gamma\,(ax)\,dx = \tfrac{1}{2}\,l\,2\pi - \tfrac{1}{2}(a-1) + \frac{1}{a}\sum_{n=2}^{n=a-1} n\,l\,n \quad \ldots \quad (4)$$

Uit de vergelijking (3) leidt men verder af, als men *a* door *b* vervangt, en dan de uitkomsten van elkander aftrekt

$$\int_a^b l\,\Gamma(x)\,dx = \int_0^b l\,\Gamma(x)\,dx - \int_0^a l\,\Gamma(x)\,dx =$$

$$= (b-a)\tfrac{1}{2} l\,2\pi - \tfrac{1}{2} b(b-1) + \tfrac{1}{2} a(a-1) + \sum_{n=a}^{n=b-1} n l n$$

$$= \tfrac{1}{2}(b-a)\{l\,2\pi - a - b + 1\} + \sum_{n=a}^{n=b-1} n l n \ldots (5)$$

en deze op hare beurt levert weder

$$\int_a^b l\,\Gamma(x+c)\,dx = \int_{a+c}^{b+c} l\,\Gamma(x)\,dx =$$

$$= \tfrac{1}{2}(b-a)\{(l\,2\pi - a - b - 2c + 1)\} + \sum_{n=a+c}^{n=b+c-1} n l n \ldots (6)$$

$$\int_a^b l\,\Gamma(cx)\,dx = \frac{1}{c}\int_{ac}^{bc} l\,\Gamma(x)\,dx =$$

$$= \tfrac{1}{2}(b-a)\{l\,2\pi - (a+b)c + 1\} + \tfrac{1}{c}\sum_{n=ac}^{n=bc+1} n l n \ldots (7)$$

waarin nu $a$, $b$, $c$ willekeurige geheele getallen zijn.

De laatste uitkomst geeft ons

$$\int_0^{\frac{b-a}{c}} l\,\Gamma(x)\,dx = \frac{1}{c}\int_0^{b-a} l\,\Gamma\left(\frac{x}{c}\right) dx =$$

$$= \frac{1}{c}\left[\tfrac{1}{2}(b-a)\left\{l\,2\pi - (b-a)\frac{1}{c} + 1\right\} + c\sum_{n=1}^{n=\frac{b-a}{c}+1} n l n\right]$$

$$= \tfrac{1}{2}\frac{b-a}{c}\left\{l\,2\pi - \frac{b-a}{c} + 1\right\} + \sum_{n=1}^{n=\frac{b-a}{c}+1} n l n \ldots (8^a)$$

waarin de sommatie bij $n = 1$ is begonnen, omdat de term $n\,l\,n$ voor $n = 0$ naar het boven ingestelde onderzoek verdwijnt.

Dewijl hierin $\frac{b-a}{c}$ geheel willekeurig is, kan men $\frac{b-a}{c} = y$ stellen, en verkrijgt alsdan

$$\int_0^y l\,\Gamma(y)\,dy = \tfrac{1}{2}\,y\,\{l\,2\,\pi - y + 1\} + \sum_{n=1}^{n=\frac{b-a}{c}+1} n\,l\,n \ldots . \quad (8)$$

Men ontmoet hier een dier zeldzame gevallen, dat de theorie der bepaalde integralen voert tot de kennis eener onbepaalde integraal, zoodra het namelijk gelukt de laatste sommatie als functie van $y$ uit te drukken.

DESCRIPTION ET FIGURE DU

# CICHLA TEMENSIS Humb.

PAR.

P. BLEEKER.

Cichl. corpore subelongato compresso, altitudine 4 et paulo in ejus longitudine absque pinna caudali, $5\frac{2}{5}$ circ. in ejus longitudine usque ad apicem pinnae caudalis superiorem; latitudine corporis 2 circ. in ejus altitudine; capite acuto 3 circ. in longitudine corporis absque pinna caudali, 4 circ. in longitudine corporis usque ad apicem pinnae caudalis superiorem; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ circ.-, latitudine capitis $2\frac{3}{5}$ circ. in ejus longitudine, oculis diametro $4\frac{1}{2}$ fere in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; naribus ante medium oculum perforatis oculo quam apici rostri propioribus; linea rostro-frontali concaviuscula; rostro acuto oculo multo longiore; osse suborbitali sub oculo oculi diametro longitudinali multo minus duplo humiliore; maxilla superiore maxilla inferiore breviore, valde protractili, sub oculi margine anteriore desinente, $2\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis; dentibus maxillis parvis intermaxillaribus anterioribus 7-8 seriatis, inframaxillaribus anterioribus 4-seriatis; vertice et fronte usque inter medios oculos squamosis; praeoperculo squamis in series 16 circ. transversas dispositis, margine libero edentulo, limbo alepidoto; linea laterali rectiuscula sub media dorsali radiosa interrupta, parte inferiore pinna caudali trifurcata; squamis corpore ctenoideis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis in series 106 ad 116 transversas dispositis; squamis 34 ad 36 in serie transversali ventrem inter et pinnam dorsalem quarum 12 ou 13 lineam lateralem inter et mediam dorsalem spinosam; cauda

parte libera sat multo longiore quam postice alta; pinna dorsali parte spinosa basi leviter, parte radiosa basi late squamata; dorsali spinosa dorsali radiosa multo longiore, spinis sat gracilibus 3ª 4ª et 5ª ceteris longioribus 2 fere in altitudine corporis, spina penultima spina 3ª duplo circ. breviore, spina ultima spina penultima conspicue longiore radio 1° multo breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore, longiore quam alta, obtuse rotundata; pectoralibus acutis capite absque rostro longioribus; ventralibus acutis antice squamosis capite absque rostro brevioribus; anali tota fere squamata dorsali radiosa multo breviore et paulo humiliore, altiore quam longa, obtusa rotundata, spinis 3 contiguis posteriore ceteris longiore; caudali tota fere squamosa, truncatiuscula, capite paulo breviore, angulo superiore producto acutissimo; colore corpore superne violascente-olivaceo, inferne olivascente; iride coerulescente margine pupillari aurea; vitta oculo-maxillari obliqua fusca; corpore ocellis sat numerosis margaritaceis in series 5 vel 6 longitudinales valde irregulares dispositis; dorso maculis 2 rotundis majoribus nigris lineae dorsali approximatis anteriore sub parte posteriore pinnae dorsalis spinosae, posteriore vix ante medium dorsalis radiosae; pinnis dorsali et caudali violaceis, ceteris aurantiacis; dorsali ocellis numerosis margaritaceis, caudali superne ocellis aliquot margaritaceis margine posteriore fusca vel nigricante, basi dimidio superiore ocello magno nigro margaritaceo vel flavescente annulato.

B. 5. D. 15/16 vel 15/17. P. 2/14. V. 1/5. A. 3/11. C. 1/14/1 et lat. brev.

Syn. *Cichla temensis* Humb., Observ. zoöl. II p. 169; Heck., Brasil. Fluss-Fische, Ann. Wien. Mus 1840, II p. 408, Günth., Cat Fish. IV p. 304.

*Cichla tucunare* Heck., l. c. p. 409.

Hab.?

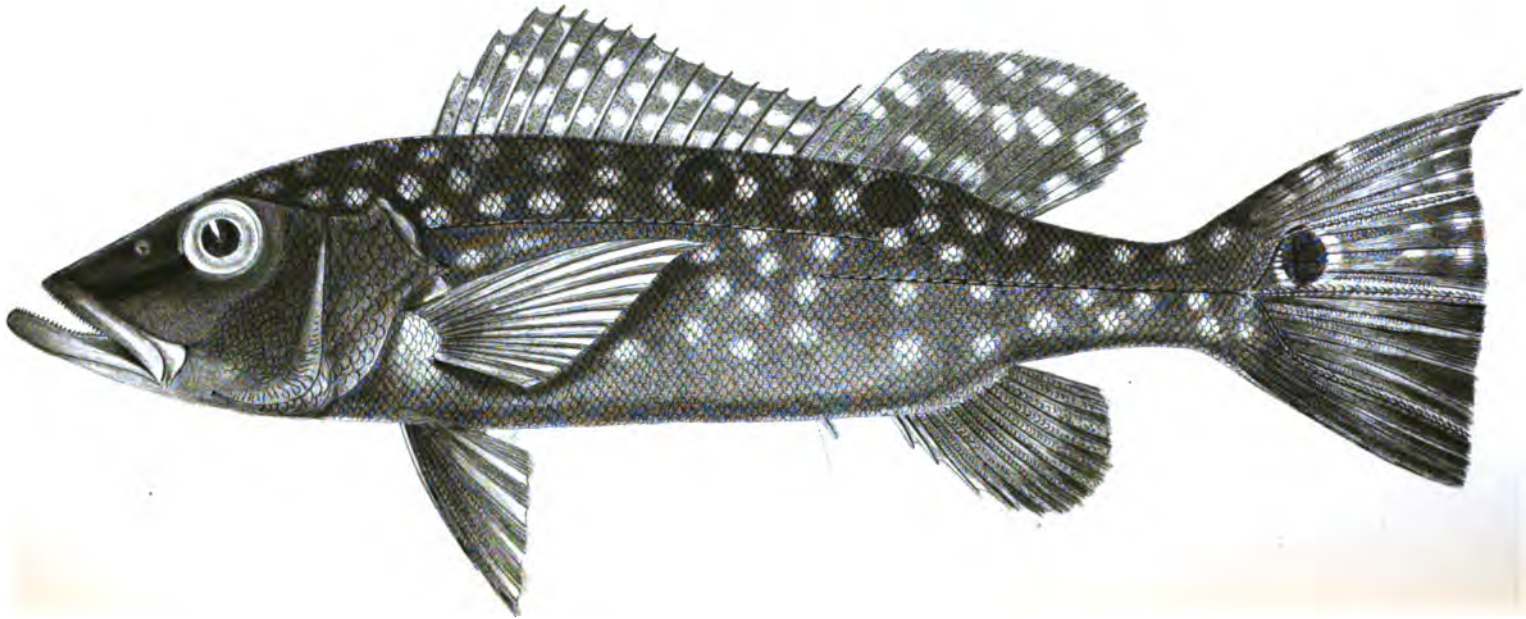
Longitudo speciminis unici 200‴.

Rem. Le seul individu que je connais de cette belle espèce fait partie des collections du Musée de Leide. Son étiquette ne portant qu'un „?" je ne puis rien dire de son origine, mais on sait que l'espèce habite les fleuves du Brésil. Je compte

bien distinctement onze rayons à l'anale, c'est à dire deux de plus que ne donne à l'espèce M. Günther. La hauteur du corps mesure plus de 5 fois dans la longueur totale M. Günther donne cette hauteur comme „one-fourth of the total length." Je ne vois pas sur l'individu de Leide les trois bandes verticales noirâtres du corps, décrits par M. Günther, mais seulement les deux taches noires indiquées ci-dessus. Von Humboldt, dans sa note sur le Cichla temensis (Observ. zoöl. II p. 169) dit expressément de cette espèce „pas de bandes transversales." Il paraît aussi qu'il n'ait pas observé les taches noires du dos. Ces bandes et taches n'indiquent donc probablement que des variations individuelles. La figure que j'ajoute ici est la première qui vient d'être publiée de l'espèce.

L'Acharnes speciosus Müll. Trosch., Hor. ichth. III p. 27 tab. 5 fig. 3, est manifestement une espèce fort voisine mais qui pourrait bien n'être pas distincte du Cichla ocellaris Bl. Schn. Les auteurs des Horae ichthyologicae ont très-bien observé la trifurcation de la ligne latérale sur la nageoire caudale et la simplicité des narines de chaque côté du museau (caractère de famille).

*La Haye*, Août 1872.



CICHLA TEMENSIS HUMB.

# TROISIEME NOTICE

SUR LA

# FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DES ÎLES AROU.

PAR

P. BLEEKER.

Depuis la publication des deux notices antérieures *) sur les poissons des îles Arou, j'ai eu l'occasion d'examiner de nouvelles collections de cet archipel, faites par MM. Hoedt, Ludeking et Lans.

J'ai trouvé dans ces collections plus de 70 espèces de poissons dont les suivantes n'étaient pas connues jusqu'ici des îles Arou.

1. Crayracion immaculatus Blkr.
2. Pseudaluteres nasicornis Blkr.
3. Cheilinus chlorurus Blkr.
4. Halichoeres poëcila Blkr.
5. Julis dorsalis. QG.
6. Pomacentrus bankanensis Blkr.
7. Glyphidoden waigiensis CV.
8. Heliases coeruleus CV.
9. Priacanthus hamrur CV.

*) Notice sur la faune ichthyologique des îles Arou, Versl. Kon. Akad. Wet. Afd. Natuurk. XVI p. 366, Ned. Tijdschr. Dierk. II. p. 101.

Deuxième notice sur la faune ichthyologique des îles Arou, Versl. Kon. Akad. Wet. Afd. Natuurk. Tweede Reeks. II p. 305.

10. Lutjanus amboinensis Blkr.
11. " vitta Blkr.
12. Psammoperca waigiensis Blkr.
13. Therapon (Helotes) sexlineatus Blkr.
14. Amia hypselonotus Blkr.
15. Apogonichthys punctulatus Blkr.
16. Sebastes polylepis Günth.
17. Pseudomonopterus zebra Blkr.
18. Holacanthus bicolor Bl.
19. Tetragonoptrus Rafflesi Blkr.
20. " vagabundus Blkr.
21. Leiognathus splendens Blkr.
22. " fasciatus Blkr.
23. Parupeneus macronema Blkr.
24. Teuthis marmorata Blkr.
25. Acanthurus ctenodon CV.
26. Parapercis cancellata Blkr.
27. Uranoscopus bicinctus Schl.
28. Gobius caninoides Blkr.
29. " criniger Val.
30. Valenciennesia sexguttata Blkr.
31. Salarias (Cirripectes) polyzona Blkr.
32. " (Salarias) melanocephalus Blkr.
33. Mastacembelus leiurus Blkr.
34. Hemirhamphus Quoyi Val.
35. Exocoetus oxycephalus Blkr.
36. Synodus synodus Blkr.

Le nombre des espèces actuellement connues des îles Arou monte à 89, sav.

1. Carcharinus (Prionace) amboinensis Blkr.
2. Crossorhinus dasypogon Blkr.
3. Tetraodon sceleratus L. Gm. = Tetraodon argenteus Lac.
4. Crayracion immaculatus Blkr = Tetraodon immaculatus Blkr.
5. Monacanthus chinensis Cuv. = Monacanthus geographicus Cuv.
6. " hajam Blkr. = Monacanthus tomentosus Blkr. (nec Cuv.)

7. Monacanthus tomentosus Cuv. = Monacanthus trichurus Blkr.
8. Pseudaluteres nasicornis Blkr = Aleuteres nasicornis Schl.
9. Gymnothorax fimbriatus Blkr = Gymnothorax isingleenoides Blkr.
10. " tessellatus Blkr = Muraena tessellata Rich.
11. Gymnomuraena micropterus Blkr = Uropterygius micropterus Blkr.
12. Plotosus arab Blkr = Plotosus anguillaris Lac.
13. Cannorhynchus serratus Blkr = Fistularia serrata Cuv. = Cannorhynchus immaculatus Cant.
14. Salarias (Salarias) melanocephalus Blkr.
15. " (Cirripectes) polyzona Blkr.
16. Platophrys (Platophrys) pantherinus Blkr = Rhomboidichthys pantherinus Günth.
17. Achirus pavoninus Lac.
18. Batrachus diemensis Rich.
19. Uranoscopus bicinctus Schl.
20. Parapercis cylindrica Blkr = Percis cylindrica CV.
21. " " cancellata Blkr = Percis cancellata CV.
22. Gobius caninoides Blkr.
23. " criniger Val.
24. " notacanthus Blkr.
25. Valenciennesia sexguttata Blkr = Eleotris sexguttata Val.
26. Echeneis neucrates L.
27. Leiognathus edentulus Blkr = Equula ensifera CV.
28. " fasciatus Blkr = Equula fasciata et filigera CV.
29. " splendens Blkr = Equula gomorah et splendens CV.
30. Rhombotides lineatus Blkr = Acanthurus lineatus Bl. Schn.
31. Acanthurus ctenodon CV.
32. Teuthis puella Günth. = Amphacanthus puella Schl.
33. " marmorata Blkr = Amphacanthus marmoratus CV.
34. Scarichthys auritus Blkr = Scarus naevius Val.
35. Pseudoscarus aeruginosus Blkr = Scarus aeruginosus Val.
36. Cheilinus chlorurus Cuv.
37. Cheilio inermis Rich.
38. Platyglossus Hoevenii Blkr = Julis (Halichoeres) Hoevenii Blkr.

39. Halichoeres poëcila Blkr = Julis poecila Lay Renn.
40. Julis dorsalis QG.
41. " lunaris Val.
42. Güntheria scapularis Blkr = Güntheria coeruleovittata Blkr = Platyglossus scapularis Günth.
43. Stethojulis phekadopleura Günth. = Julis (Halichoeres) phekadopleura Blkr.
44. Pomacentrus bankanensis Blkr.
45. Tetradrachmum arcuatum Cant. = Dascyllus arnanus CV.
46. Glyphidodon antjerius K. V. H.
47. " rahti CV.
48. " waigienis CV.
49. Heliases ternatensis Blkr.
50. " coeruleus CV.
51. Holocentrum rubrum Rüpp. = Holocentrum orientale CV.
52. Priacanthus hamrur CV. = Priacanthus Blochii et fax Blkr.
53. Psammoperca waigiensis Blkr = Labrax waigiensis CV.
54. Therapon (Helotes) sexlineatus Blkr = Helotes sexlineatus CV.
55. " (Pelates) quadrilineatus Blkr = Therapon Cuvieri Blkr.
56. Lutjanus bottonensis Blkr = Mesoprion bottonensis CV.
57. " decussatus Blkr = Mesoprion decussatus CV.
58. " amboinensis Blkr = Mesoprion amboinensis Blkr.
59. " vitta Blkr = Diacope vitta Schl.
60. Pentapus nemurus Blkr = Heterognathoden nemurus Blkr.
61. Gymnocranius griseus Blkr = Dentex griseus Schl.
62. Lethrinus ornatus CV. = Lethrinus xanthotaenia Blkr.
63. Grammistes orientalis Bl. Schn.
64. Parupeneus barberinus Blkr = Upeneus barberinus CV.
65. " macronema Blkr = Upeneus lateristriga CV.
66. " multifasciatus Blkr = Upeneus trifasciatus CV. = Parapeneus trifasciatus Blkr.
67. Amia bandanensis Blkr = Apogon bandanensis Blkr.
68. " cyanotaenia Blkr = Apogon cyanotaenia Blkr.
69. " fasciata Gill = Apogon novemfasciatus CV.
70. " hypselonotus Blkr = Apogon hypselonotus Blkr.
71. Apogonichthys polystigma Blkr.
72. " punctulatus Blkr.

73. Holacanthus bicolor Bl.
74. Tetragonoptrus Rafflesi Blkr = Chaetodon princeps CV.
75. " vagabundus Blkr = Chaetodon vagabundus Blkr.
76. " vittatus Blkr = Chaetodon vittatus Bl. Schn.
77. Pseudomonopterus antennatus Blkr = Pterois antennata CV.
78. " zebra Blkr = Pterois zebra CV.
79. Sebastes polylepis Günth. = Scorpaenopsis polylepis Blkr.
80. Scorpaena bandanensis Blkr = Scorpaena aplodactylus Blkr.
81. " polyprion Blkr.
82. Scorpaenopsis gibbosus Blkr = Scorpaena gibbosa Bl. Schn.
83. Mastacembelus annulatus Blkr = Mastacembel. giganteus Blkr.
84. " leiurus Blkr = Belone leiurus Blkr.
85. Hemirhamphus Quoyi Val.
86. Exocoetus oxycephalus Blkr.
87. Synodus synodus Blkr = Saurus varius Günth.
88. " myops Blkr = Saurus myops CV.
89. Saurida nebulosa Val.

*La Haye*, Janvier 1872.

# MEDEDEELINGEN

OMTRENT EENE

# HERZIENING DER INDISCH-ARCHIPELAGISCHE SOORTEN

VAN

# EPINEPHELUS, LUTJANUS, DENTEX

## EN VERWANTE GESLACHTEN.

DOOR

**P. BLEEKER.**

De onderstaande aanteekeningen hebben betrekking tot eenige uitkomsten, verkregen door eene herziening van de talrijke soorten mijner verzameling, behoorende tot de hierboven genoemde en eenige verwante geslachten. In drie afzonderlijke bijdragen, bestemd voor de Verhandelingen der Akademie, en gedeeltelijk reeds ter perse, zijn alle die soorten naar een verbeterd schema beschreven en is meer in het bijzonder gelet op verschillende wezenlijke kenmerken, vroeger door de meeste ichthyologen veronachtzaamd. Ik verwijs daarvoor, alsmede voor vele opmerkingen waartoe de herziening aanleiding gaf, naar de bijdragen zelve en bepaal mij hier slechts tot eenige losse aanteekeningen, die ik al dadelijk ter kennis van de ichthyologen wensch te brengen.

De geslachtsnaam *Synagris* Klein heeft recht van prioriteit boven dien van Dentex Cuv. De typische soort van Klein is dezelfde als die van Cuvier. De naam Synagris behoort alzoo behouden te blijven voor Dentex vulgaris en verwante soorten.

De naam van Dentex kan dan gebezigd worden voor de soorten, door den heer Günther van Dentex afgescheiden onder den naam van Synagris. Behalve deze laatste type is nog een andere groep soorten van die van Dentex Cuv. af te zonderen. Ik breng die onder den generischen naam Gymnocranius, voorgesteld door den heer Klunzinger. Dit genus is herkenbaar aan de afwezigheid van schubben op kruin en voorhoofd, aan kleine hondstanden en beschubten aarsvingrond.

Pentapus en Heterognathodon vormen een enkel geslacht. Heterognathodonten zijn echte Pentapoden, maar met getand preoperkel. Onder de soorten van Pentapus is er echter één die tot eene afzonderlijke type behoort, t. w. Pentapus aureolineatus. Deze soort onderscheidt zich niet alleen door de getande kam van het os supramaxillare, maar ook door de afwezigheid van schubben op kruin en voorhoofd. Ik noem dit geslacht *Gnathodentex*, en de eenige totdusver bekende soort Gnathodentex aureolineatus.

Onder de soorten van Dentex (Synagris Günth.) mijner verzameling, vind ik een paar nog onbeschrevene. Ik heb ze genoemd Dentex hypselognathus en isacanthus. De kenmerken zijn de volgende:

*Dentex hypselognathus* Blkr. — Altitudo corporis minus quam 4 in ejus longitudine absque pinna caudali. Dentes canini inframaxillares. Membrana dorsalis non incisa. Spinae dorsales mediae ceteris longiores. Os suborbitale obtusangulum, altitudine minus quam 2 in oculi diametro longitudinali, margine posteriore valde obliquo. Praeoperculum edentulum limbo alepidoto parte squamata non graciliore. Dentes intermaxillares serie externa 15 à 18. Corpus pinnaeque vittis conspicuis nullis. Hab. Java, Celebes.

*Dentex isacanthus* Blkr. — Altitudo corporis minus quam 4 in ejus longitudine absque pinna caudali. Dentes canini inframaxillares. Membrana dorsalis non incisa. Spinae dorsales 7 posteriores aequales. Os suborbitale obtusangulum, altitudine minus quam 2 in oculi diametro longitudinali, margine posteriore valde obliquo. Praeoperculum margine posteriore scabrum,

limbo alepidoto parte squamata duplo graciliore. Dentes intermaxillares serie externa 30 circ. Pinna dorsalis basi vitta longitudinali flava. Hab. Java, Sumatra.

De beide volgende soorten werden vroeger tenonrechte beschouwd als te behooren tot Dentex tambulus CV en Dentex ruber CV.

*Dentex sundanensis* Blkr. — Altitudo corporis 4 circ. in ejus longitudine absque pinna caudali. Dentes canini inframaxillares. Membrana dorsalis non incisa. Spinae dorsales mediae ceteris longiores. Altitudo capitis longitudini ejus absque operculo aequalis. Os suborbitale altitudine oculi diametro verticali aequalis. Dentes intermaxillares et inframaxillares serie externa 15 ad 20. Praeoperculum edentulum limbo alepidoto aeque lato ac parte ejus squamosa. Caput obtusum, linea rostro-frontali convexa. Corpus vittis longitudinalibus flavis. Syn. *Dentex tambulus* Blkr Verh. Bat. Gen. XXXII Spar p. 12 (nec CV). — Hab. Java, Bangka, Biliton, Celebes.

*Dentex gracilis* Blkr. — Altitudo corporis 4½ circ. in ejus longitudine absque pinna caudali. Altitudo capitis longitudini ejus absque operculo aequalis. Dentes canini inframaxillares nulli. Dentes intermaxillares serie externa 15 ad 16. Membrana dorsalis non incisa. Spinae dorsales 6 posteriores aequales. Praeoperculum edentulum, limbo alepidoto parte ejus squamosa duplo graciliore. Os suborbitale oculi diametro verticali duplo humilius. Corpus vittis longitudinalibus flavis. — Syn. *Dentex ruber* Blkr Verh. Bat. Gen. XXIII Sar. p. 12 (nec CV.). Hab. Java, Nias, Celebes, Amboina.

Een nader onderzoek van Dentex griseus Schl. en Lobotes microprion Blkr (= Dentex lethrinoides Blkr) heeft doen zien, dat beide soorten inderdaad verschillen en niet, zoo als ik vroeger aannam, tot een enkele soort behooren. Ik heb ze op nieuw beschreven onder de namen *Gymnocranius griseus* en *lethrinoides*. Het geslacht Gymnocranius werd als subgenus voorgesteld door den Heer Klunzinger. Eene andere soort van dit geslacht, ook door mij als eigen genus herkend, maar waarvan de naam Paradentex later werd gedrukt dan die van Gymnocranius, is Dentex microdon Blkr, in den Atlas ichthyologique des Indes

orientales nérlandaises afgebeeld (doch foutievelijk zonder aarsvinschubscheede) onder den naam *Paradentex microdon*.

Ik bezit bovendien van Gymnocranius eene nieuwe soort, welker voornaamste karakters hieronder worden teruggegeven.

*Gymnocranius frenatus* Blkr. — Altitudo corporis $2\frac{3}{5}$ in ejus longitudine absque pinna caudali. Caput aeque altum ac longum. Oculi diametro $2\frac{3}{4}$ in longiudine capitis. Dentes canini inframaxillares parvi. Preoperculum squamis 4-5 seriatis, limbo alepidoto parte ejus squamosa duplo graciliore. Spinae dorales flexiles mediae ceteris longiores. Radii caudales medii oculo longiores. Vitta rostro-ocularis aurea. Lobi caudales macula magna fuscescente. Squam. l. tr. $\frac{6}{1\,8}$ — D. 10/10 vel 10/11. A. 3/10 vel 3/11. — Hab. Celebes.

Scolopsides caninus CV. is een Pentapus. Heterognathodon bifasciatus en xanthopleura behooren tot dezelfde soort, die dus behoort genoemd te worden *Pentapus caninus*.

Ik bezit slechts eene enkele soort van Lutjanus die mij voorkomt in de wetenschap nog niet bekend te zijn. Haar voornaamste kenmerken zijn de volgende:

*Lutjanus oligolepis* Blkr. Caput superne alepidotum. Series squamarum longitudinales supra lineam lateralem 6 horizontales non obliquae lineae dorsali parallelae. Series squamarum transversales 45 vel 46 supra et totidem infra lineam lateralem. Preoperculum squamis 5-seriatis. Dentes vomerini in thurmam triangularem, linguales in thurmam oblongam dispositi. Spinae dorsi 10, posterior penultima longior. Macula magna nigra in linea laterali ex parte sub dorsali spinosa sita. Hab. Sumatra, Java, Celebes, Ternata, Amboina.

*Lutjanus vitta* Blkr = Serranus vitta. QG. = Mesoprion vitta Blkr, verschilt niet soortelijk van Mesoprion Ophuysenii Blkr.

*Lutjanus erythropterus* Bl. is dezelfde soort als Mesoprion caroui CV., als Diacope lineolata Rüpp. en waarschijnlijk ook als Serranus nouleny CV.!

Mesoprion Bleekeri Günth., terecht door den heer Günther

beschouwd als verschillende van Mesoprion lineolatus Blkr, is in de groote Histoire naturelle des Poissons zeer goed herkenbaar aangeduid onder den naam van Serranus biguttatus en zal dus voortaan behooren genoemd te worden *Lutjanus biguttatus*.

Het zou mij niet bevreemden indien uit een nader onderzoek van *Serranus lemniscatus* CV. bleek, dat ook deze soort een Lutjanus is en niet verschillende van Lutjanus melanotaenia Blkr.

*Lutjanus amboinensis* Blkr verschilt waarschijnlijk niet van Diacope rufolineata CV.

Lutjanus dodecacanthus Blkr is dezelfde soort als *Lutjanus malabaricus* Blkr (Mesoprion malabaricus CV.).

Diacope bitaeniata CV. van Celebes is blijkbaar geene andere soort als *Lutjanus lunulatus* Bl. Schn. (Perca lunulata Mungo Park).

*Mesoprion monostigma* CV.? Blkr., Verh. Bat. Gen. XXII Perc. p. 42 heb ik op nieuw beschreven als eigen soort onder den naam van *Lutjanus lioglossus*.

*Mesoprion gembra* CV., Cant., Blkr, is blijkbaar geene andere soort als Sciaena argentimaculata Forsk. Ik breng hiertoe ook Mesoprion taeniops CV. De soort behoort dus genoemd te worden *Lutjanus argentimaculatus*.

De geslachten Chaetopterus Schl., Pristipomoides Blkr., Sparopsis Kner en Platyinius Gill behooren tot eene zelfde generische type, even als *Aprion* CV. De laatste naam heeft recht van eerstgeboorte en behoort dus behouden te blijven. De kenmerken van dit genus waren totdusver zeer onvoldoende beschreven. Mesoprion microchir Blkr en Sparopsis elongatus Kner zijn synoniemen van *Aprion virescens* CV.

Het geslacht Etelis CV. is zeer na verwant aan Aprion, en verschilt er slechts van door diep uitgerande rugvin en bovenkaakschubben. Het behoort alzoo tot de Lutjanini en niet tot de Anthianini, waaronder ik het nog niet lang geleden, doch tenonrechte, geplaatst heb. Etelis CV. is, zoo als

reeds door den heer Gill opgemerkt werd, hetzelfde genus als Elastoma Swns., Hesperanthias Lowe en Macrops C. Duméril.

De soorten van den Indischen archipel vroeger als Serrani beschreven, behooren tot vier verschillende geslachten, t. w. Epinephelus, Cromileptes, Anyperodon en Variola. Serranus urophthalmus Blkr is een Anyperodon, Serranus melanotaenia Blkr een Variola en niet soortelijk verschillend van Serranus flavimarginatus Rüpp. Ik heb beide soorten op nieuw behscreven onder de namen *Anyperodon urophthalmus* en *Variola flavimarginata*.

Als soorten van Epinephelus nieuw voor de kennis van den Indischen archipel zijn te vermelden Epinephelus janthinopterus Blkr, Epinephelus miltostigma en Epinephelus analis Blkr (Serranus analis CV.) Slechts de beide eerste beschouw ik als nieuw voor de wetenschap. Zij zijn gekenmerkt als volgt.

*Epinephelus janthinopterus* Blkr. Series squamarum transversae supra lineam lateralem 110, infra lineam lateralem 105. Squamae 55 in serie transversali basin pinnae ventralis inter et dorsalem, 11 vel 12 lineam lateralem inter et spinam dorsi $6^{m}$. D. 9/15 vel 9/16. A. 3/9 vel 3/10. Corpus pinnaeque roseae immaculatae. Pinnae dorsalis radiosa, analis radiosa et caudalis late purpureo maculatae. Hab. Celebes.

*Epinephelus miltostigma* Blkr. — Series squamarum transversae supra lineam lateralem 100, infra lineam lateralem 95. Squamae 50 in serie transversali basin pinnae ventralis inter et dorsalem, 8 vel 9 lineam lateralem inter et spinam dorsi $6^{m}$. D. 9/15 vel 9/16. A. 3/9 vel 3/10. Corpus pinnaeque roseae. Caput, corpus pinnaeque impares guttulis sparsis purpureis. Maxillae maculis nigris nullis. Hab. Amboina.

*Serranus moara* Schl. is dezelfde soort als Epinephelus nebulosus Blkr (Serranus nebulosus CV.).

Synoniemen van *Epinephelus leopardus* Blkr (Labrus leopardus Lac.) zijn Serranus leopardus, zanana en spilurus CV.

*Epinephelus corallicola* Blkr (Serranus corallicola K. V. H.) verschilt niet van Serranus altivelioides Blkr.

*Epinephelus fuscoguttatus* Blkr (Serranus fuscoguttatus Rüpp.) verschilt niet van Serranus horridus K. V. H. en *Epinephelus summana* Blkr (Serranus summana Playf.) niet van Serranus polystigma Blkr.

*Epinephelus maculatus* Blkr. (Holocentrus maculatus Bl.) is eene soort die groote kleurveranderingen ondergaat. Bij de zeer jonge individus zijn lichaam en vinnen geteekend met groote onregelmatige parelkleurige vlekken, terwijl bij de voorwerpen van gevorderden leeftijd, die vlekken geheel zijn verdwenen en slechts ronde of langwerpige bruine vlekjes op lichaam en vinnen overblijven. Een voornaam kenteeken dezer soort is de buitengewone lengte der 3$^{de}$, 4$^{de}$ en 5$^{de}$ rugdoornen. Als synoniemen zijn te beschouwen: Holocentrus albofuscus Lac., Serranus Gaimardi, Quoyanus en miliaris CV., Serranus Sebae en maculatus Blkr, Serranus albofuscus Günth. en Serranus longispinis Kner.

*Epinephelus stellans* Blkr (Serranus stellans Rich.) is eene bepaald van Epinephelus merra Bl. (Serranus hexagonatus CV.) verschillende soort en vooral kenbaar aan talrijker dwarsche schubreien boven en onder de zijlijn (105 tot 110 en 95) en stomper bol profiel. Bij merra zijn die schubreien 85 tot 90 en 80 tot 85.

---

Pagrus heterodon Blkr, Lethrinus latidens CV., Sphaerodon heterodon Günth., en Sphaerodon latidens Kner zijn synoniemen van *Sphaerodon grandoculis* Rüpp. Deze soort is alzoo niet tot de Roode Zee beperkt, maar bewoont ook de wateren van Ceylon, van den Indischen archipel en van Nieuw-Guinea en Nieuw-Holland.

*Haag*, September 1872.

---

# VERDERE ONDERZOEKINGEN

OMTRENT

# DE VORMING VAN FOLLICULI GRAAFIANI

IN HET

# OVARIUM VAN DEN VOLWASSEN MENSCH,

DOOR

**W. KOSTER.**

(Voorgedragen in de Zitting van 30 November 1872).

In Mei 1868 deelde ik, in eene zitting der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeeling Natuurkunde, de uitkomsten mede van een onderzoek omtrent de ontleedkundige bijzonderheden der oppervlakte van het ovarium der zoogdieren, in het bijzonder van den mensch. *) Het was mij gebleken dat ten onrechte een bekleeding van het ovarium door het buikvlies aangenomen wordt. Daarentegen werd een waar klierepithelium op het ovarium gevonden, dat hier en daar verlengsels in het stroma van het ovarium bleek te bezitten.

In verband met andere feiten, en steunende op de embryonale ontwikkeling der folliculi Graafiani, kwam ik daardoor tot de meening, dat, ook na de geboorte, van tijd tot tijd vorming van nieuwe folliculi en eieren in het ovarium plaats had; ofschoon de twijfel werd uitgesproken, dat de verlengsels van het epithelium, in volwassen ovaria waar te nemen, slechts overblijfselen van den embryonalen toestand konden zijn.

Terzelfder tijd hield WALDEYER, toenmaals hoogleeraar in

*) De verhandeling werd gedrukt in de Versl. en Mededeel:, 2e reeks, 3de deel, 1869, bladz. 141.

Breslau, zich met het onderzoek naar de embryonale ontwikkeling van het ovarium bezig. In zijn uitstekend boek *) in 1870 verschenen, waarin een schat van nieuwe feiten medegedeeld werden, en dat door grondig vergelijkend-ontleedkundig onderzoek uitmunt, behandelt hij ook het vraagstuk der postfoetale ontwikkeling van eieren in den eierstok.

Zijn meening omtrent dit punt verschilde geheel van de mijne. Slechts voor het ovarium van het konijn vond hij dat „eine spätere Bildung von eiführenden Follikeln wohl angenommen werden darf" — Voor den mensch daarentegen, en voor de zoogdieren en vogels in het algemeen, neemt hij alleen een vorming van folliculi in den foetale période, en zeer kort na de geboorte, aan.

Hoezeer ik zelf geen zekerheid had verkregen, kwam mij toch de vorming van folliculi, zelfs in het volwassen lichaam, hoogst waarschijnlijk voor, met name voor het menschelijk ovarium, waarvan ik misschien meer dan WALDEYER, specimina onder verschillende omstandigheden onderzocht had. Eenigzins vreemd mocht het daarenboven schijnen, dat alleen bij het konijn, zulk een uitzondering zou voorkomen.

Het vraagstuk boezemde mij hoofdzakelijk belang in, uit een pathologisch oogpunt. De betrekkelijk weinige ziekte-processen welke in het ovarium voorkomen, zijn met den normalen bouw en de normale verrichtingen zoo duidelijk in verband te brengen, †) als schier bij geen ander orgaan mogelijk is.

De cysten en de kankervormen met name, zijn, in aanleg, in de bestanddeelen van het normale ovarium als gegeven, van beiden staat het vast, dat zij door ongewonen groei van het epithelium der oppervlakte zich ontwikkelen. terwijl de cysten voor een deel uit de folliculi Graafiani kunnen voortkomen. Een andere meer zeldzame ziekelijke verandering, de papillaire woekeringen, §) meen ik in verband te mogen brengen met

*) Eierstock und Ei. Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Sexualorgane, von WILHELM WALDEYER. Leipzig, W. ENGELMANN, 1871.

Schoon WALDEYER's boek veel later verscheen dan mijne verhandeling, heeft hij blijkbaar nog vóór mij den waren aard der oppervlakte van het ovarium gekend.

†) Met uitzondering der raadselachtige dermoide cysten.

§) O. a. beschreven door GUSSEROW in Virch. Archiv Bd 43.

het voorkomen van tepelvormige verhevenheden, ook op het normale ovarium, welke ik reeds eenigen tijd kende, en omtrent wier ontstaan in deze verhandelng nog het een en ander zal worden medegedeeld. — Moet men zich nu, zooals na WALDEYER's onderzoek het geval scheen te zijn, het epithelium der oppervlakte van het ovarium na de geboorte als een onveranderlijke, rustig liggende cellenlaag denken, welke slechts van tijd tot tijd in haar samenhang gestoord wordt, door een uitpuilenden en barstenden folliculus, maar welke overigens geen verschijnselen van formatief leven meer vertoont, dan is het tot stand komen van dien ongewonen, ziekelijken, groei wel niet onbegrijpelijk, maar toch minder voor de hand liggend dan bij mijne opvatting. Volgens deze zou ook na de geboorte nog vorming van nieuwe produkten van het epithelium uitgaan, misschien gebonden aan bepaalde périoden, waaromtrent ik echter, in mijn vorige verhandeling, nog niets zekers kon vermelden.

Ik heb, na het verschijnen van WALDEYER's boek, zooveel ik kon, menschelijke ovaria onderzocht. Voor den mensch toch wenschte ik meer zekerheid; en het was betrekkelijk van weinig belang of bij nog andere dieren, dan bij het konijn, een postfoetale vorming van nieuwe folliculi kon bewezen worden, daar zij dan toch bij den mensch zou kunnen ontbreken.

Echter heb ik ook nog dikwijls ovaria van andere zoogdieren onderzocht, en bepaaldelijk moet ik volhouden, dat er bij honden een ruime vorming van nieuwe folliculi aan de oppervlakte voorkomt Ik bezit praeparaten aan ovaria van oude honden ontleend, waarin boven een dikke laag van vezelig bindweefsel, tunica albuginea, onder welke de gewone meer ontwikkelde folliculi liggen, met het epithelium der oppervlakte jonge folliculi en zakvormige verlengsels van epitheliumcellen in zóó groote hoeveelheid in samenhang voorkomen, dat men onmogelijk aan toevallige overblijfselen uit het foetale tijdperk kan denken. Daarenboven verschilt ook het voorkomen dier epithelium verlengsels en jonge folliculi geheel van de overblijfselen uit het foetale tijdperk, zoo als zij door WALDEYER beschreven en afgebeeld worden, en werkelijk voorkomen.

Doch mijn doel is alleen, te vermelden wat het voortgezet onderzoek van menschelijke ovaria opleverde. Langen tijd

wanhoopte ik er aan, meer zekerheid te verkrijgen. Ik vond wel dikwijls de vroeger vermelde verlengsels van het epithelium, en enkele kleine folliculi daarnaast; ook leerde ik kleine tepelvormige verhevenheden kennen, somtijds reeds op het ovarium van jonge personen (15 en 17 jaren) aanwezig, tusschen welke dan gewoonlijk verlengsels van het epithelium in het stroma, en waarnaast 2—4 folliculi lagen, maar op dit alles konden WALDEYER's opvatting, en mijn vroegere twijfel toepasselijk zijn. Verder had ik, reeds drie jaren geleden, opgemerkt, dat de mikroskopisch waar te nemen tepeltjes en de verlengsels van het epithelium bijna uitsluitend op plaatsen voorkwamen, waar niet ver onder de oppervlakte (1 à 2 millimeters) vrij groote holten (van 1 à 3 millimeters diameter, lagen. Op zulke plaatsen vond ik dan, zelfs reeds bij jonge personen (16—20 jaren) waarbij overigens de ovarium-oppervlakte volkomen glad is, reeds met het bloote oog zichtbare groefjes en wrongvormige, of meer paddestoelachtige verhevenheden. Deze waren de plaatsen, waar tepels en epithelium-verlengsels moesten gezocht worden, terwijl de holten daaronder overblijfselen bleken te zijn van wel groot gewordene, maar in het ovarium zelf (zonder aan de oppervlakte gebarsten te zijn) regressief te gronde gaande folliculi. Waar de ovarium-oppervlakte volkomen glad is, vindt men zelden iets anders dan de ééne laag cellen van cylinder-epithelium *), en daaronder de ongeveer $\frac{1}{8}$ millimeter dikke zoogenoemde tunica albuginea, onder welke dan eerst de kleinere, en nog dieper de grootere folliculi met ovula volgen.

Bijna twee jaren geleden kreeg ik echter de ovaria te onderzoeken van eene vrouw van 32 jaren, eenige uren na den partus aan stuipen gestorven. De organen zagen er geheel normaal uit; alleen trof mij reeds, bij beschouwing met het

---

*) Ik heb in mijn vroegere verhandeling een vergissing begaan, door het voorkomen van meerdere lagen epitheliumcellen als den *gewonen* toestand van het ovarium te beschrijven. De reden ligt daarin, dat ik praeparaten raadpleegde waar de beschreven bijzonderheden bestaan, en waar inderdaad aan sommige doorsneden meerdere lagen boven elkander moeten voorkomen. — Omtrent het ten gronde gaan der folliculi in het ovarium zelve, volgen later nog de noodige opheldering en.

bloote oog, een eenigszins fluweelachtig, licht hobbelig voorkomen der oppervlakte, op vele plaatsen. De ovaria werden in chroomzuur gehard, en later op dunne doorsneden onderzocht. Daarbij kwamen onmiddellijk een aantal plaatsen voor den dag, waar het beeld eener rijkelijke vorming van nieuwe folliculi, aan de oppervlakte, zeer duidelijk was waar te nemen.

Op de plaatsen, welke met het bloote oog zich licht hobbelig hadden voorgedaan, trof ik overal in de doorsneden onmiddellijk onder het epithelium gansche groepen van jonge folliculi, aan, allen met een duidelijke eicel er in, en vele vormen welke geheel het beeld der „Pfluegersche Schlaüchen" vertoonden, gelijk zij ook kort na de geboorte in het menschelijk ovarium onder de oppervlakte voorkomen. Deze en de groepen van jonge folliculi kwamen frappant overeen met de beschrijving en afbeeldingen door WALDEYER van den toestand bij het pasgeboren kind gegeven. Verder vond ik ook nog epitheliumverlengsels, op het punt van afgesnoerd te worden, en tepelvormige verhevenheden, regelmatig met de ééne laag van het doorloopende ovarium-epithelium overtrokken. Het bindweefsel op die plaatsen verschilde geheel van de elkander kruisende lagen van de dikke vezels welke de tunica albuginea aan de oppervlakte anders vormt. Het was zeer fijnvezelig, hier en daar bijna homogeen, zeer rijk aan kleine ronde cellen en kernen, en bevatte vrij groote, voor een deel nog gevulde bloedvaten. De vezels van dit bindweefsel liepen niet, zoo als de oppervlakkigste laag van de tunica albuginea, evenwijdig aan het oppervlak van het ovarium, maar loodrecht daarop, zoodat het zich onafgebroken in de genoemde tepeltjes kon voortzetten. Dieper straalde dan dit (nieuwgevormde) bindweefsel in de meer donkere lagen der tunica albuginea uit. Slechts om de jonge folliculi heen vormde het bindweefsel een maaswerk van iets dikkere vezels.

Ook hier vielen op de plaatsen waar de beschreven bijzonderheden waren waar te nemen, weder 1 à 2 millimeters onder de oppervlakte liggende holten in het oog, voor een groot deel geheel ledig, voor een gedeelte nog met een massa gevuld en omgeven, welke hen ten duidelijkste als regressief in het ovarium te gronde gaande folliculi kenmerkte. Daarenboven

lagen, op andere plaatsen, op dezelfde hoogte, door een gegolfde lijn omgeven ronde, vaste, door een bruingeelachtige kleur gekenmerkte lichamen (van 4 à 5 millimeters) welke tot dezelfde groep van te gronde gaande groote follikels te brengen waren.

Ik schat de vlakte-uitgebreidheid der plaatsen waar de folliculi en verdere bijzonderheden aan en onder de oppervlakte waren waar te nemen, op een vijftiende van het oppervlak van het geheele ovarium. Het aantal epithelium-verlengsels en jonge folliculi bedroeg zeker vele honderden, zoo niet duizenden. Nog moet ik vermelden dat in de gewone follikellagen van het ovarium vele oudere folliculi te vinden waren.

Nog nimmer had ik iets dergelijks aan een menschelijk ovarium gezien. Tegen het denkbeeld dat ik met een toevallige verandering, misschien het begin van een ziekteproces te doen had, pleitten het volkomen normale voorkomen der beide ovaria, en het karakter der epithelium-produkten en der groepen onder het epithelium zelve. Slechts de tepels zouden als minder normale vormsels kunnen gelden, maar ik wist dat geheel overeenkomstige, zelfs aan de meest normale ovaria van jonge meisjes, bijna nooit geheel ontbreken.

Ik moest wel meenen thans een tijdperk van ontwijfelbare vorming van nieuwe folliculi op het spoor te zijn. Het scheen dat gedurende de zwangerschap belangrijke veranderingen in het ovarium tot stand kwamen. Was de meening juist, dan moest ook een volgende keer, als ik weder ovaria, hetzij van een zwangere, of kort na den partus overledene, te onderzoeken kreeg, dezelfde toestand worden aangetroffen.

De kans voor het spoedig verkrijgen van zulk eene gelegenheid scheen niet groot. Bij het beperkt getal zieken en kraamvrouwen, dat in ons ziekenhuis verpleegd wordt, behooren sterfgevallen van zwangeren of pas gebaard hebbenden, tot de groote zeldzaamheden. Toch was ik nog spoediger dan ik kon verwachten, tot het toetsen mijner meening in staat. In Mei van dit jaar stierf plotseling eene in het tococomium opgenomen gezonde vrouw van 44 jaren, die reeds in de negende maand der zwangerschap verkeerde, na een hypodermatische injectie eener gewone hoeveelheid morphine, wegens maagpijn in het werk gesteld, onder de verschijnselen van diepe narcose.

De lijkopening bracht een oorzaak van dien doodelijken slaap aan het licht, welke, zoo al in eenig, dan toch in een zeer verwijderd, en onmogelijk vooruit te vermoeden verband met de morphine-injectie moet gestaan hebben: een kolossale bloeduitstorting *in* de ventriculi cerebri.

De ovaria der apoplectica welke zich door geringe dikte onderscheidden en een vlokkige, ongelijke oppervlakte hadden, werden eenige uren na den dood uit het lijk genomen. Reeds aan voorloopig gemaakte doorsneden van het versche orgaan bleek het mij dat hier de verwachte toestand der oppervlakte van het ovarium bestond.

Het latere onderzoek van het geharde orgaan bracht over een groot deel der oppervlakte verspreide groepen van jonge folliculi en Pfluegersche buizen aan het licht. In dit geval kwamen ook zeer veel papillaire verhevenheden voor, ter grootte van $\frac{1}{30}$ tot $\frac{1}{10}$ millimeter, in groepen bijeenstaande, en ook overal boven de groepen van jonge folliculi nog zakvormige, of in de diepte zich verder vertakkende ingroeiingen van het epithelium. Opmerkelijk, in verband met den leeftijd der vrouw was hier het bijna volkomen ontbreken van gewone folliculi in de diepere lagen der zona parenchymatosa, en ook de afwezigheid van die vele holten, welke in het ovarium der post partum gestorven vrouw met de plaatsen der nieuwe vorming aan de oppervlakte overeenkwamen. Toch ontbraken de laatste niet geheel, en boven zulk een holte kreeg ik in grooten getale de fraaiste praeparaten van ingroeiing van het epithelium. Figuur 1 is daaraan ontleend.

De toestand kwam volkomen overeen met hetgeen bij de post partum gestorven vrouw gevonden was. Alleen waren de veranderingen over een nog grooter gedeelte van het oppervlak van het ovarium verbreid, en bestonden er veel meer nog niet afgesnoerde verlengsels van het epithelium, hetgeen geheel in overeenstemming te brengen is met de vroegere periode der nieuwe vorming, welke thans gevonden was.

Opmerkelijk was ook hier weder de aard van het bindweefsel aan de oppervlakte. Het heeft geheel de kenmerken van jong bindweefsel, bijna homogeen, of fijn vezelig, rijkelijk voorzien van kleine cellen, kernen, en bloedvaten. De richting der vezels is weder loodrecht op het oppervlak van het ovarium;

als er tepels zijn, met geleidelijk voortgaan van het weefsel in die papillaire verhevenheden.

In twee gevallen, onmiddelijk na elkander waargenomen, werden dus onmiskenbare bewijzen van vormingsprocessen aan de oppervlakte van het ovarium tijdens de graviditeit, aangetroffen. 't Zou een meesterstuk van het toeval zijn, indien het later bleek dat er geen verband tusschen de zwangerschap en die veranderingen aan de oppervlakte van het ovarium bestond. Het is mij echter niet mogelijk geweest nog andere gevallen te raadplegen. Na het vinden dezer feiten herinnerde ik mij lang, misschien 4 jaren geleden, nog een paar ovaria op spiritus bewaard te hebben, van een vrouw van 34 jaren die aan longtering, 4 weken na den partus, gestorven was. Door toevallige omstandigheden waren toenmaals die ovaria niet onderzocht, maar voor andere anatomische bijzonderheden (kleine blaasgezwellen aan de tuba Fallopii) bij eene collectie bewaard. Zooals te verwachten was, kon ik aan deze in slappen spiritus slap gebleven ovaria, waar daarenboven het epithelium der oppervlakte voor het allergrootste gedeelte afvalt, geen regelmatig onderzoek in 't werk stellen. Ik verkreeg echter nog enkele goede doorsneden, en vond ten minste nog veel meer papillaire verhevenheden dan aan het ovarium in „gewone" omstandigheden ooit voorkomen Figuur 4 geeft een afbeelding van een plekje. Verder vond ik slechts enkele epithelium-verlengsels, maar op sommige plaatsen veel kleine folliculi in groepen, dicht onder de oppervlakte ($\frac{1}{10}$ millimeter). Het bindweefsel tusschen epithelium en folliculi had ook nog niet het grofvezelige en strakke van een oudere tunica albuginea, zoodat ik wel de overblijfselen van een gedurende de graviditeit en kort na den partus plaats gehad hebbend vormingsproces in deze ovaria meen te mogen aannemen. Intusschen kan ik aan deze waarneming maar weinig gewicht hechten. Slechts de vele papillae blijven van belang. — In 't algemeen zal het groote bezwaren hebben te beoordeelen of kleine folliculi, welke reeds door een laag bindweefsel van het epithelium zijn gescheiden, van jongen of ouden datum zijn. Immers, zoo spoedig de bindweefsellaag ontstaan is (en die moet als gevolg van het

proces van nieuwe vorming vrij spoedig komen) is weer de toestand overeenkomstig met den ouden.

Het lag voor de hand ovaria van zwangere zoogdieren te onderzoeken. Het konijn was daarvoor weinig geschikt. Men vindt daarbij altijd veel epithelium verlengsels en jonge folliculi op vele plaatsen der oppervlakte, en toch weder in verschillende gevallen vrij groote verschillen. Het is dus bijna onmogelijk te noemen de beteekenis van verschillen bij zwangere en niet zwangere konijnen met zekerheid vast te stellen. — Was het waar, wat WALDEYER opgeeft, dat bij honden geen sporen van vorming van nieuwe folliculi zijn waar te nemen, dan zou het onderzoek van ovaria van zwangere honden kunnen leeren of daar de période der graviditeit op den toestand van het ovarium invloed heeft. Ik heb echter reeds vermeld dat ik bij oude honden zoo duidelijk vorming van nieuwe folliculi aan de oppervlakte waargenomen heb, dat voor mij in dit opzicht geen twijfel bestaat. Toch heb ik het honden-ovarium op dit punt onderzocht. Ik koos, om licht te begrijpen redenen, honden zoo oud mogelijk. Het belangrijkste wat ik waarnam vond ik bij een hond, die, volgens opgaaf meer dan 11 jaren oud moest zijn. De toestand der ovaria bewees in elk geval dat het dier zeer oud was. Ik vond 4 foetus van ongeveer 1 centimeter lengte, en op ieder ovarium twee sterk uitpuilende groote corpora lutea. Door deze laatste was het zelfs moeijelijk bij den eersten oogopslag den vorm en de uitgebreidheid der ovaria te herkennen. De oppervlakte van de massa tusschen de corpora lutea was volstrekt niet glad, zooals men haar bij jongere honden steeds vindt, maar ruw, met groeven en kleine uitpuilingen voorzien. Het bleek mij hierbij overtuigend dat ook bij dieren zoogenoemde seniele veranderingen der eierstokken voorkomen, waaromtrent WALDEYER nog geen zekere uitspraak kon doen. Even als bij den mensch, op gevorderden leeftijd, de oppervlakte van het ovarium meestal van onregelmatige groeven voorzien, door diepe inkervingen in meerdere afdeelingen verdeeld wordt gevonden, vond ik ook den toestand dezer honden-ovaria.

Bij het onderzoek der geharde organen op dunne doorsneden trof ik nu op de meeste plaatsen één laag van cylinder-epithelium, en daaronder zeer dikke elkander kruisende lagen van

grofvezelig bindweefsel (tunica albiginea) aan, zooals hier vooral te wachten was. Maar op zeer vele plaatsen weder verlengsels van het epithelium, en jonge folliculi met een ei er in, tegen het epithelium liggende. En dat op zooveel punten en die epithelium-produktiën zóó duidelijk met die bij pasgeboren honden overeenstemmende, dat er bijna geen twijfel mogelijk is, of er bestond een proces van nieuwe vorming in de allerlaatste dagen begonnen, In de diepere lagen van het ovarium bestonden nog zeer fraaie groote folliculi, met ovulum, kiemblaasje en kiemvlek, maar ook zeer vele met een korrelige massa gevulde ruimten, welke als regressief veranderende folliculi in honden-ovaria zeer bekend zijn.

Ovaria van een zwangere koe heb ik nog sleehts eenmaal kunnen onderzoeken. Zij waren echter vele uren, nadat het beest geslacht was, eerst bezorgd, en, door een misverstand in spiritus gelegd. 't Is bekend hoe teêr en vergankelijk het ovarium-epithelium van de koe is. Ik vond daarvan bijna niets meer. Ontwijfelbaar kon ik op een paar plaatsen onder de oppervlakte overblijfselen van epitheliumcellen-groepen en van jonge folliculi aantoonen, maar aan deze waarneming is uit den aard der zaak weinig gewicht te hechten, te meer niet, omdat ik ook aan ovaria van een niet zwangere koe (in Maart van dit jaar onderzocht) de duidelijkste bewijzen van nieuwe vorming aan de oppervlakte gevonden heb. In dat geval puilden, zooals zoo vaak bij de koe het geval is, groote corpora lutea op de oppervlakte uit. Tepels en ingroeiing van epithelium vond ik echter weder alleen boven binnen het ovarium besloten regressieve folliculi.

Meer materiaal heb ik in den kortijd tijd, nadat ik bij den mensch het waarschijnlijk verband tusschen de graviditeit en veranderingen aan de oppervlakte van het ovarium op het spoor kwam, niet kunnen verzamelen. Ik zal het onderwerp niet uit het oog verliezen, maar hecht toch slechts een ondergeschikt gewicht aan hetgeen bij dieren blijken zal. Immers, ook in het geval dat de aan menschelijke ovaria gevonden toestand der oppervlakte geen bewijzen van postfoetale vorming van tot bevruchting geschikte ovula mochten blijken te zijn, ja zelfs indien zij (hetgeen zeer onwaarschijnlijk is) niet eens met de graviditeit in causalen samenhang mochten gebracht worden, zou

toch mijn causaliteitsgevoel als patholoog bevredigd zijn. Want dit mag wel als zeker beschouwd worden: *er komen aan het menschelijk ovarium toestanden der oppervlakte voor, welke bewijzen dat van het epithelium vormingsprocessen uitgaan die in elk geval met de normale foetale follikelvorming overeenkomst hebben.* Ter beoordeeling van den aard en de beteekenis dezer vormingsprocessen moet ik echter eerst nog kort sommige aan andere menschelijke ovaria gevonden bijzonderheden vermelden.

In het vorige jaar was ik in de gelegenheid de ovaria te onderzoeken van een meisje van $17\frac{1}{2}$ jaar, aan longtering gestorven. De ovaria hadden de normale groote, en oogenschijnlijk een geheel gladde oppervlakte. Met de loupe vielen echter op het ééne kleine wrongen en vele speldenknopgroote verhevenheden in het oog, zeker over een vierde der oppervlakte. Het later onderzoek, op mikroskopische doorsneden, leerde, dat overal op die verheven plaatsen tepelvormige uitwassen, regelmatig door epithelium overtrokken, $^1/_2$—$^1/_{10}$ milimeter hoog, voorkwamen.

Tusschen die tepeltjes, welke blijkbaar weder met elkander versmelten, waar zij tegen elkander aanliggen, vormde het epithelium verlengsels in de diepte, en geisoleerd daarnaast lagen eveneens groepen van epithelium-cellen. Figuur 2 geeft er een voorstelling van. Ik vond echter regelmatig onder deze oppervlakkige folliculi de gewone elkander kruisende lagen der albuginea en op de gewone diepte ($\frac{1}{8}$—$\frac{1}{6}$ milimeter) lagen groepen van kleinere en grootere folliculi met ovula. Ik vermeldde reeds vroeger de moeielijkheid te beslissen of de onder de albuginea liggende oppervlakkigste folliculi oud of jong zijn. Zoo spoedig, ook bij de postfoetale vorming, een tunica albuginea onder het epithelium is tot stand gekomen, liggen de nieuwgevormde folliculi weder op dezelfde hoogte en hebben het zelfde voorkomen (klein ovulum, één laag granulosa-cellen, weinig zelfstandige tunica propria) als de uit de foetale periode afkomstige. Moeten de papillae en de epithelum-verlengsels in dit geval allen als overblijfselen van de foetale période beschouwd worden, en waren de onder de tunica albuginea liggende jongste folliculi reeds in de foetale période gevormd?

Mijn tweede waarneming, welke ik nog mede te deelen heb,

behoeft niet met een vraagteeken te eindigen. In de laatst verloopen weken kon ik de ovaria onderzoeken van een 16 jarig meisje, aan een hartgebrek (stenose en insufficientie aan het ostium aorticum) gestorven. Het linker ovarium was volkomen glad, het rechter, dat dubbel zoo lang en veel dikker was dan het linker, vertoonde ééne gebogen verloopende groef ongeveer in 't midden, en daarnaast wrongvormige verhevenheden. Alleeen op deze plaats werden weder papillaire verhevenheden gevonden, en nu ook de allerduidelijkste vorming van nieuwe folliculi. Figuur 3 geeft er een voorstelling van. Karakteristiek was hier weder de toestand van het bindweefsel. Het elkander tegemoet groeien van epithelium en bindweefsel, de richting van de fijne vezels van het laatste, loodrecht op de lagen der oude tunica albuginea, stemmen hier volkomen overeen met de plastische beschrijving, door WALDEYER van de foetale période gegeven. Jouge folliculi met een ovulum, hier wel ontwijfelbaar pas ontstaan, liggen aan de oppervlakte. Opmerkelijk is het dat ook hier weder de plaats der vorming aan de oppervlakte beantwoordde, wel niet aan een holte iets dieper, maar aan een massa welke geheel aan een corpus luteum herinnert. Slechts weinig onder de oppervlakte (op de uitwendig zichtbare ingetrokken plaats) lag een door bindweefsel en groote geele korrelcellen gevormd lichaam. Dat hier boven de plaats van een regressief verdwijnenden (misschien aan de oppervlakte vroeger gebarsten?) folliculus vorming van nieuwe epithelium-produkten plaats had gehad, is aan geen redelijken twijfel onderhevig.

Toetsen wij thans de medegedeelde bijzonderheden aan onze overige kennis omtrent bouw en verrichtingen van het ovarium, om tot een zoo juist mogelijke beantwoording van de vraag naar de postfoetale vorming van folliculi in het menschelijk ovarium te komen.

Wanneer wij bedenken, dat, naar een matige schatting (HENLE, WALDEYER) in ieder menschelijk ovarium bij meisjes van 15 à 16 jaren 36000 folliculi uit de foetale periode afkomstig, ieder met een ei, voorkomen, schijnt het bijna een dwaasheid, nog naar vermeerdering van dat aantal na de geboorte te zoeken. Volgens de gewone tot nu toe heerschende

voorstelling is dan ook het ovarium een magazijn waarin de eieren opgehoopt liggen, en waaruit er, naar behoefte, nu en dan één genomen wordt. Neemt men echter, nog na de geboorte, een van tijd tot tijd plaats hebbende vorming van nieuwe folliculi aan, dan zou het ovarium te vergelijken zijn met een boom, die, hoe rijk reeds met vruchten beladen, toch voortdurend nog nieuwe voortbrengt.

Om tot een keus tusschen deze twee beelden te komen, moet in de eerste plaats de vraag beantwoord worden: wat wordt er van de 36000 eieren, in elk menschelijk ovarium aanwezig? Stelt men het tijdperk, waarin in het vrouwelijk lichaam eieren uit het ovarium naar buiten komen op 30—35 jaren, en neemt men aan (wat niet strikt bewezen, maar hoogst waarschijnlijk is) dat bij elke menstruatie één Graafsche blaas barst, dan worden er slechts ongeveer 400 eieren uit de ovaria naar buiten verwijderd. En na het ophouden der menstruatie bij de vrouw, tegen het vijftigste jaar, vinden wij geen folliculi meer in de ovaria. Waar zijn dan de overige 71600 gebleven?

Het is duidelijk, en ook reeds lang bekend, dat zij in het ovarium zelf, door zoogenoemde regressieve veranderingen, te gronde gaan. Reeds lang zijn in de diepere lagen van het ovarium geplooide fibreuse lichamen, met korrelcellen, vetkorrels en kleine haematoidine-kristallen tot inhoud, bekend, welke blijkbaar regressief veranderende folliculi zijn. Zij moeten nog onderscheiden worden van de eigentlijke corpora lutea, welke zich dan vormen, wanneer de folliculus aan de oppervlakte is gebarsten, ofschoon de bestanddeelen van beide vormsels dikwijls dezelfde zijn, en scherpe grenzen tusschen beide zelfs niet getrokken kunnen worden *). De dieper liggende folliculi (ongeveer 1½ millimeters onder de oppervlakte van het ovarium) gaan echter niet te gronde, voordat zij reeds een vrij belangrijke grootte (tot 2 en meer millimeters diameter) verkregen hebben.

---

*) 't Ligt buiten den aard van dit opstel de bijzonderheden omtrent deze veranderingen in het ovarium verder te vermelden. Men kon daarover de werken van PFLUEGER, HENLE en WALDEYER raadplegen.

Door dien groei, welke als het ware een poging van den folliculus is om aan zijn physiologische bestemming te voldoen, en aan de oppervlakte te bersten, om het ei te ontlasten, worden nu, uit den aard der zaak, de jongere oppervlakkiger liggende, verdrongen en gedrukt. Bezwijken zij niet geheel in dezen „ struggle for life." wat blijkbaar wel veler lot is, dan komen zij zeer oppervlakkig te liggen, en uit dezen eenvoudigen gang van zaken wordt het begrijpelijk, dat eensdeels dicht onder de oppervlakte van het ovarium, de ook door mij beschreven holten worden aangetroffen (verkeerdelijk dikwijls voor zeer groote nog normale folliculi gehouden) terwijl er andersdeels de moeielijkheid uit blijkt, over den tijd van ontstaan der jongste oppervlakkigste folliculi te oordeelen. Immers de jongere folliculi worden naar de oppervlakte gedrongen en de vroegere tunica albuginea verdwijnt voor een groot gedeelte, (men kan zich daarvan aan doorsneden door het ovarium ter plaatse van zulke holten overtuigen). Maar later wordt de afstervende folliculus weder kleiner en verdwijnt eindelijk geheel. Inmiddels zijn boven zulk een plaats (en zekerlijk liggen in de veranderingen van den ouderen folliculus op die plaats de voorwaarden daarvoor) vormingsprocessen van het epithelium der oppervlakte uitgegaan (de door mij beschreven papillaire verhevenheden en epithelium-ingroeiingen), welke misschien, ja, ook bij den mensch, hoogst waarschijnlijk, nieuwe oppervlakkig liggende folliculi leveren. De tepels kunnen weder verdwijnen, versmelten blijkbaar met elkander; een nieuwe bindweefselmassa scheidt weder het epithelium der oppervlakte van zijne produkten af, en de vroegere toestand is hersteld, terwijl niets belet dat dezelfde gang van zaken zich later op dezelfde plaats herhaalt.

Verschillend van dezen gang van zaken, is de bekende vorming van een groot corpus luteum tijdens de zwangerschap, dat als een vast, bruingeelachtig lichaam van meer dan 1 centimeter middellijn tot in de laatste maanden der graviditeit op de oppervlakte uitpuilt, daarna zich meer in het ovarium terugtrekt, en op doorsnede dan nog duidelijk lang zichtbaar blijft. Bij niet zwangere vrouwen vindt men zulke uitpuilende corpora lutea niet. Toch barsten er stellig voortdurend, ook

zonder dat er gelegenheid tot foecundatie bestaat, (waarschijnlijk tijdens de menstruatie) folliculi. De dan ontstaande zoogenoemde valsche corpora lutea puilen echter nauwelijks op de oppervlakte uit, en verdwijnen zeer spoedig. — Hieruit blijkt ook reeds de invloed der zwangerschap op de vormingsprocessen aan de oppervlakte van het ovarium.

Het lag voor de hand boven en naast die groote corpora lutea naar nieuwgevormde folliculi te zoeken. Ik moet echter met WALDEYER (l. c. pag. 29) instemmen, dat men ze daar niet vindt. In de directe omgeving van de groote corpora lutea bij koeien, of boven nog als duidelijk omschrevene gele ronde lichamen aan de oppervlakte zittende corpora lutea, zoo als men ze bij den mensch ook enkele malen aantreft, zocht ik te vergeefs. Ik vermeldde reeds vroeger dat de tepels en epithelium-verlengsels bij voorkeur aangetroffen worden, op plaatsen, waar een holte dicht onder de oppervlakte voorkomt, maar in de periode, waarin die holte blijkbaar aan het verdwijnen is. Er ontstaat dan later dikwijls een ingetrokken plek aan de oppervlakte. Vandaar dat ook WALDEYER (eodem loco) te vergeefs boven groote, normale folliculi naar sporen van nieuwe formatie zocht. Zoolang de folliculus progressief zich ontwikkelt, drukt hij de oppervlakkiger liggende deelen, en dringt die zelfs geheel weg, als het hem gelukt de oppervlakte te bereiken. Daarna echter, 't zij hij gebarsten is, of reeds vóór dien tijd zijn levensvoorwaarden te kort schoten, en het groote lichaam snel verdwijnt, om ten laatste slechts een pigmentvlekje of een vezelig lidteekentje na te laten, krijgen de oppervlakkiger liggende deelen weder vrij spel. Op deze wijze kan men, naar 't mij voorkomt, het feit verklaren, dat ik zoo vaak de veranderingen aan de oppervlakte boven holten, of ingetrokken plekken vond, onder welke laatste dan de vormbestanddeelen van een zoogenoemd corpus luteum onmiskenbaar waren. Of in zulke gevallen de folliculus vroeger de oppervlakte bereikt had en gebarsten was, of, in 't ovarium besloten, zijn ondergang gevonden had, waag ik niet te beslissen.

Vatten wij de medegedeelde bijzonderheden samen, dan blijkt het, dat het buitensporig groote aantal folliculi in een ovarium,

in plaats van een argument tegen de vorming van nieuwe aan de oppervlakte te zijn, eerder die nieuwe vorming zou kunnen noodzakelijk maken. Het menschelijk ovarium maakt geen inbreuk op de algemeene wet, dat duizenden, ja millioenen kiemen ontstaan, om de ontwikkeling van enkele weinige mogelijk te maken. Maar die weinigen zouden dan zeer goed de meest bevoorrechte uit de groep der in het foetale leven gevormde en in het ovarium geëmmagasineerde kunnen zijn. Er is niets onwaarschijnlijks in; en ik heb alleen willen aantoonen dat het groote aantal bestaande ovula op zich zelve geen argument tegen een vorming van nieuwe kan wezen. Integendeel de gelijktijdige groei van zeer vele folliculi is het verderf voor honderde anderen, en de lotgevallen der het sterkst ontwikkelde, maar toch hun ei niet ontlastende roepen naar 't schijnt, veranderingen aan de oppervlakte van het ovarium in 't leven, welke de schade door hen aangericht, kunnen herstellen. Immers hierop wijst ten duidelijkste het door mij gevonden voorkomen der veranderingen aan de oppervlakte van het ovarium boven de regressief veranderende folliculi. — In verband met dit tot nog toe te weinig gewaardeerde levensverloop der bestanddeelen van het ovarium kunnen nu eenige bekende feiten gebracht worden, welke tevens zeer voor de vorming van nieuwe folliculi pleiten.

Dikwijls heeft het reeds de verbazing van vroegere onderzoekers gewekt, dat men somtijds in het ovarium van vrouwen, in het midden van het tijdperk der geslachtsverrichtingen, slechts na lang zoeken een enkelen folliculus kon vinden. Zoo vond nog onlangs GERLACH *) „bei einem achtzehnjährigen, während der Menstruation gestorbenen Mädchen das Ovarium fast ohne Eiern." — Opmerkelijk is het dat de meesten, die veel menschelijke ovaria onderzocht hebben, de noodzakelijkheid eener vorming van nieuwe folliculi uitspreken.

HENLE bijvoorbeeld †) zegt: „Ob die in dem Embryo angelegten Follikel stationär bleiben, bis die Reihe sie trifft, oder ob sie nach gewisser Zeit vergehen, um wieder anderen Platz zu

*) HENLE'S *Jahresbericht* 1870, S. 67 und 77.

†) Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen S. 482.

machen, ist eine noch unerledigte, und kaum aufgeworfene Frage. Mir scheint dat letztere nicht unwahrscheinlich, weil mitunter in Ovarien von Frauen aus mittleren Lebensjahren die jüngsten Entwicklungsstufen vermisst werden."

En PFLUEGER *), wiens in 1863 verschenen verhandeling den grondslag onzer kennis van den waren bouw en de ontwikkeling van het ovarium legde, en den aanstoot tot het verdere onderzoek gaf, trouwens met nog vele dwalingen en onjuiste opvattingen †), is van de voortdurende ontwikkeling van nieuwe folliculi aan de oppervlakte, ook bij den mensch, zóó overtuigd, dat hij een aantal anatomische bijzonderheden, welke thans zeker anders zouden beoordeeld worden, als bewijzen daarvan aanvoert.

PFLUEGER kende echter het eigentlijke epithelium van het ovarium niet, en beoordeelde alle feiten uit het oogpunt zijner meening, dat de primaire vormen bij de ontwikkeling der folliculi klierbuisjes zijn. Wat hij over vorming van nieuwe folliculi bij honden zegt, kan ik echter, in het licht onzer tegenwoordige kennis beschouwd, geheel bevestigen. Opmerkelijk is de meening van PFLUEGER die in de volgende woorden uitgesproken wordt: „Es kann also wohl einmal die Neubildung der Eier mit der Brunst zusammen fallen" (l. c. s. 70).

Deze meening berust echter nog slechts op speculatieve gronden, want hij heeft „bei diesen so schwierigen und so zeitraubenden sich über mehrere Jahre erstreckenden Untersuchungen noch nicht Musse gefunden um bei ein und demselben erwachsenen Thiere Monat für Monat den Eierstock auf die periodischen Veränderingen seines Drüsengewebes gründlichst zu durchforschen."

Ik heb reeds vroeger ter loops vermeld dat zulk een, schoon

---

*) Ueber die Eierstöcke der Saügethiere und des Menschen, von E. F. W. PLUEGER professor der Physiologie an der Universität Bonn. Leipzig 1863.

†) Zie mijne in 1869 verschenen Verhandeling. — De buisjes, waaruit, volgens PFLUEGER, het ovarium bij de ontwikkeling en nog kort na de geboorte bestaan zoude, zijn door het onderzoek van WALDEYER gebleken, slechts toevallige produkten van den gang der afsnoering van de epithelium-cellen-groepen door het bindweefsel te zijn, en slechts in sommige phazen der ontwikkeling voor te komen (bij den mensch onmiddellijk na de geboorte). De nog met het epithelium verbonden verlengsels, waarvan ik er vroeger ook reeds één afbeeldde, zijn eveneens door PFLUEGER voor buisjes gehouden.

nog altijd wenschelijk onderzoek, waarschijnlijk geen belangrijke vruchten zal afwerpen. Zooveel staat wel vast, dat bij het konijn en den hond voortdurend vorming van nieuwe folliculi aan de oppervlakte kan geconstateerd worden. Schoon nu bepaalde perioden, zoo als bronsttijd en zwangerschap zeker die vorming kunnen doen toenemen (hetgeen reeds schijnt bevestigd te worden door hetgeen ik bij een oude zwangere hond vond) schijnt mij een beoordeeling van enkel graduëele verschillen hoogst moeielijk. Was er zulk een scherpe tegenstelling tusschen bepaalde perioden bij de tot dit onderzoek geschikte dieren waar te nemen, zij zouden aan het scherpe oog van WALDEYER ook wel niet ontsnapt zijn.

Alleen bij ovaria, waar gewoonlijk slechts sporen van vorming aan de oppervlakte zijn waar te nemen, zooals bij den mensch, (misschien zal het ovarium van de koe in dit opzicht ook nog iets meer kunnen leeren) kan de invloed van een bepaalde periode duidelijker in het oog springen. Hiermede staat het door mij gevonden voorkomen der oppervlakte van het ovarium bij zwangere of pas gebaard hebbende vrouwen in verband.

Maar ook het bij de ovaria der twee jonge meisjes vroeger beschrevene, verdient nog een oogenblik de aandacht. Het is bekend dat de ovaria van jonge kinderen eene geheel gladde oppervlakte bezitten. Daarom moesten de zeer vele tepels en epithelium-verlengsels in het ovarium van het meisje van $17\frac{1}{2}$ jaar, wel het vermoeden doen opkomen, dat misschien het begin der puberteit, de tijd der eerste menstruatiën, een periode van meer belangrijke vorming van nieuwe folliculi aan de oppervlakte van het ovarium is. De beschreven tepels en epithelium-verlengsels zouden dan ongedwongen als overblijfselen daarvan beschouwd kunnen worden. — Echter was het proces weder veel meer beperkt in het onlangs onderzochte ovarium van het meisje van 16 jaren, schoon daar, gelijk beschreven werd, op één bepaalde plaats, boven een regressief veranderden follikel, de duidelijkste nieuwe vorming van epithelium en bindweefsel waar te nemen was, welke ik nog ooit gezien had. Verdere waarnemingen zullen moeten leeren, of werkelijk in het begin der puberteit, en misschien in de periode van iedere menstruatie bij de vrouw belangrijkere

veranderingen aan de oppervlakte van het ovarium voorkomen. Uit den aard der zaak is echter de gelegenheid tot het doen van zulke waarnemingen hoogst beperkt.

Uit het omtrent de menschelijke ovaria medegedeelde mag wel het besluit worden afgeleid, dat het plaats hebben van vormingsprocessen aan de oppervlakte veel waarschijnlijker is geworden, dat zij bepaaldelijk boven de, eerst vergroote, dan regressief veranderende folliculi, van tijd tot tijd en van plaats tot plaats, voorkomen, en dat eindelijk, bij den mensch, gedurende de zwangerschap zeer in het oog vallende veranderingen der oppervlakte van het ovarium bestaan. Nu het laatste feit bekend is, mag men ook beweren, dat er niets vreemds in ligt. Het karakteristieke, zeer groote corpus luteum der zwangeren kon reeds een wijziging der processen in het ovarium doen vermoeden. Verder houdt de menstruatie, meer dan 9 maanden lang, en het barsten van folliculi aan de oppervlakte op. Immers men vindt na den partus geen meerdere corpora lutea. Daarentegen schijnen nu de grooter wordende folliculi in het ovarium zelf in grooten getale te gronde te gaan. Ik vond ten minste in het ovarium der 32jarige na den partus gestorven vrouw *zeer vele* groote holten onder de oppervlakte, en daaraan beantwoordden weder voornamelijk de plaatsen der veranderingen aan de oppervlakte. Jammer was het dat in mijn tweede waarneming de vrouw reeds bijna 45 jaren oud was. Daardoor waren er bijna geen folliculi meer in het ovarium aanwezig, en de holten ontbraken. De ovaria waren zeer plat en smal. Daarentegen viel nu de tegenstelling tusschen de nieuwe produkten aan de oppervlakte en het vezelige diepere weefsel sterk in het oog. Behalve een enkele grootere follikelholte, en eenige weinige kleinere folliculi, bevatte dat weefsel in het ééne ovarium de massa van het reeds bijna geheel weer in het ovarium opgenomen corpus luteum, en verder eenige geplooide lichamen, laatste overblijfselen van vroegere folliculi.

---

Vraagt men ten slotte of ik het thans voor *bewezen* houd dat in het menschelijk ovarium *tot bevruchting geschikte ovula na de geboorte nieuw gevormd worden*, dan moet ik ontkennend antwoorden. Wel houd ik het voor waarschijnlijk. Mijn voorstelling is, dat werkelijk telkens, als een groot geworden folliculus vele kleinere in zijne omgeving verdrongen en ten ondergang gebracht heeft, na de verkleining van dien grooten folliculus een vernieuwing der oppervlakte van het ovarium volgt, van plaats tot plaats, telkens wanneer op een bepaald punt de voorwaarden ontstaan zijn. Dat proces zou dan alleen in bepaalde, gunstigere, tijdperken (misschien de puberteit, en de menstruatie, hoogstwaarschijnlijk de zwangerschap) in veel ruimere mate plaats hebben. Maar ik heb er ter loops reeds op gewezen hoe moeielijk het is tusschen de nieuwgevormde folliculi en de oppervlakkigste der oude lagen te onderscheiden, gesteld dat de eerste in de diepte komen. Daarenboven worden niet alle oudere kleine oppervlakkige folliculi door den zich sterk vergrootenden verwoest. Ik vond ze dikwijls vlak tegen den wand van den grooten, dicht opeen gedrukt, maar toch geheel normaal, liggen. In andere gevallen echter dragen zij de kennelijke teekenen van korrelige degeneratie. Gesteld dat er nu na de verdwijning van een grooten folliculus, nog een aantal kleine oppervlakkig zijn blijven liggen, waarvan er nu daarenboven weder één of meerdere zich sterker kunnen gaan ontwikkelen, wie zegt ons, wat onder zulke, stellig voorkomende, omstandigheden, het lot der nieuw gevormde folliculi aan de oppervlakte zijn zal. Blijft er misschien van het gansche proces aan de oppervlakte niets meer over dan epithelium-verlengsels en epithelium-cellen-groepen, welke men zoo dikwijls vindt, en die dan toch, bij deze opvatting, in mijn zin *na de geboorte nieuw gevormd* zouden zijn?

Niemand kan hierop een stellig antwoord geven, maar de vraag is geoorloofd, vooral, wanneer wij nog op sommige bijzonderheden bij het proces van nieuwe vorming letten. Ik vermeldde reeds de tepels. Soms vindt men ze in groote hoeveelheid bijeen. Als regel kan ik uitspreken, dat, waar zij voorkomen, ook nieuwe folliculi gevonden worden, maar meestal

niet direkt in of onder de tepels. Het maakt den indruk alsof de tepels dan ontstaan, wanneer wel het jonge bindweefsel woekert, maar het epithelium niet in staat is daartegen in het zijne te doen. Zoo wisselen soms tepeldragende en follikelbevattende plaatsen af als wijzigingen van hetzelfde proces. Toch komen er ook soms vele nieuwe folliculi in tepels voor. Die tepels hebben nu somtijds zulk een grootte en zulk een zonderlingen vorm, zoodat zij als paddestoelen met een dunnen steel aan het ovarium hangen, dat men wel den indruk moet krijgen ongewone, op de grens van het „ziekelijke" staande producten voor zich te hebben, en in elk geval kan de inhoud dier laatste soort van papillae bezwaarlijk in de diepte van het ovarium geraken, om zich verder te ontwikkelen.

Ik moet er echter terstond bijvoegen dat dit hoofdzakelijk aan de ovaria der 44jarige zwangere het geval was, zeker niet de geschiktste bodem voor normale processen van nieuwe vorming. Bij de vrouw van 32 jaren kwamen veel minder onregelmatige vormen voor. Bij deze en bij de ovaria van het meisje van 16 jaren, moet men, vooral als men zelf de praeparaten gemaakt en onderzocht heeft, wel de overtuiging krijgen, dat er folliculi zijn gevormd, die zullen voortleven. Echter mag die overtuiging de redeneering niet beletten, dat in de meeste gevallen de vormingsprocessen aan de oppervlakte van het volwassen ovarium, slechts welgemeende, maar toch mislukkende pogingen zijn kunnen, om de in de diepte gedunde reien der folliculi aan te vullen. Trouwens, in de meeste gevallen is aan die aanvulling wel geen behoefte, en ook in de twee genoemde gevallen (16jarige en 32jarige vrouw) lagen in de diepte van de parenchymlaag der ovaria nog eene groote hoeveelheid eieren bevattende folliculi, van verschillenden ontwikkelingsgraad. Aan den anderen kant staan dan echter de gevallen van bevoegde waarnemers (HENLE, GERLACH o. a.) bij welke het ovarium in een bepaald tijdperk bijna geen folliculi bleek te bevatten. 't Is te betreuren dat in zulke gevallen de toestand der oppervlakte van het ovarium nog niet nauwkeurig kon onderzocht worden.

Hoe echter door verdere waarnemingen, het vraagstuk der postfoetale eivorming beslist moge worden, het staat, meen ik,

nu wel vast: *dat het epithelium van het menschelijk ovarium geen passieve slechts voor haar eigen voeding zorgende laag is, maar dat er vormingsprocessen van uitgaan, in welke wij tevens het paradigma physiologicum vinden der meeste aan het ovarium voorkomende ziekte-processen.*

*Utrecht*, November 1872.

---

## NASCHRIFT.

Terwijl ik de drukproeven dezer verhandeling nazag, was ik weder in de gelegenheid een hoogst belangrijke waarneming te doen omtrent den invloed der zwangerschap op den toestand der oppervlakte van het ovarium. In den nacht van 9 op 10 December werd eene 36-jarige, 6½ maand zwangere, vrouw in het Ziekenhuis gebracht, wegens erge bloedvloeiing bij de onverwacht begonnen vroeggeboorte. De placenta lag voor, de partus werd kunstmatig getermineerd, maar, niettegenstaande alle aangewende hulpmiddelen, stierf de vrouw te 3 uren. Des morgens te 10 uren kreeg ik de ovaria te zien, welke een verrassend schouwspel aanboden. Op de oppervlakte van beiden was een sterk ontwikkeld, sierlijk net van bloedvaten zichtbaar, terwijl anders een ovarium nimmer bloedvaten, maar een witgraauwachtig oppervlak vertoont. Het rechter bezat dat vaatnet over de geheele oppervlakte; het linker op de voorste vlakte alleen duidelijk, op de achterste slechts enkele roode eilandjes. De ovaria waren klein en smal, nog geen 4 centimeters lang, en slechts 8 millimeters breed (van voren naar achteren). *Er puilde geen corpus luteum op de oppervlakte uit.* De oppervlakte was niet glad, maar elke vlakte, voorste en achterste, in 6 à 7, een weinig bultig verheven, terreinen verdeeld, rondom welke, in de groeven daartusschen, sterkere bloedvaten liepen. Van deze laatsten breidde zich over iedere afdeeling een rijk net van fijne vaatjes uit. Die grootere bloedvaten waren van ongeveer ¼ millimeter middellijn, de kleinere met de loupe goed zichtbaar. — De oppervlakte van het ovarium had een gelatineus, half doorschijnend voorkomen. Bij beschouwing met de loupe zag men dat elk der straks genoemde bultig verheven

plaatsen, kleine verdiepte plekken en wrongvormige of meer paddestoelachtige verhevenheden bezat.

Het mikroskopisch onderzoek toonde de weelderigste vorming van jong bindweefsel, capillaria en nieuwe epithelium-producten onder de oppervlakte aan. De laatste kwamen geheel met de eerste periode der embryonale vorming overeen: groote, kernhoudende, cellen van $\frac{1}{50}$—$\frac{1}{40}$ millimeter (primordiale eieren) lagen tusschen kleinere ronde, groote kernen bevattende epitheliumcellen in, of tot groepen bijeen. Tusschen dezen zag men verder een weinig fijn vezelig, of meer homogeen, met korrelige, of spoelvormig verlengde cellen gemengd bindweefsel met de groote, zeer dunwandige capillaria van het uitwendig zichtbare vaatnet. Tepelvormige verlengsels ontbraken evenmin. Zij werden door een helder, doorschijnend bindweefsel gevormd, waarvan de bundels bedekt werden door rozenkransvormig aan elkander verbonden, ronde, licht korrelige, geen kern vertoonende cellen. — Duidelijke folliculi, dat is: primordiale eieren, door een ring van zoogenoemde granulosa-cellen omgeven, en door bindweefsel van de omgeving geïsoleerd, zag men bij dit voorloopig onderzoek nog niet, evenmin als „ Epitheleinsenkungen," welke eerst ontstaan, wanneer meer bindweefsel aan de oppervlakte gevormd is geworden, en de nieuwe producten weder van het epithelium der oppervlakte afscheidt.

Alles stemt dus volkomen overeen met het vroeger gevondene. Daar had ik de ovaria uit de laatste, hier uit een vroege periode der zwangerschap. 't Is duidelijk, dat door deze derde waarneming het verband tusschen zwangerschap en vorming van nieuwe bestanddeelen aan de oppervlakte van het ovarium, nog meer bevestigd wordt. Verder mag er zeker nog meer grond in gevonden worden voor de meening, dat er werkelijk *levensvatbare en tot bevruchting geschikte eieren ontstaan*. — Het naauwkeurige onderzoek der geharde organen zal nog vele bijzonderheden aan het licht kunnen brengen, bij voorbeeld omtrent het aantal en den toestand der oudere folliculi, de plaats van het corpus luteum, dat waarschijnlijk binnen één der ovaria besloten zal zijn, enz. — Dit alles eischt echter nog veel tijd.

*Utrecht*, 15 Dec. 1872.

## VERKLARING DER AFBEELDINGEN.

### Pl. I.

Fig. 1. Sagittale doorsnede van het ovarium eener 44-jarige vrouw, die in de negende maand der zwangerschap plotseling gestorven was. — Epithelium-verlengsels naar binnen. Jonge folliculi met ovula aan de oppervlakte. — Vergr. 300.

Fig. 2. Sagittale doorsnede van het ovarium van een meisje van 17½ jaar, aan longtering gestorven. — Tepelvormige verhevenheden aan de oppervlakte, waartusschen een groep van epitheliumcellen, welke afgesnoerd wordt. De tepels smelten zijdelings, waar zij tegen elkander aangroeien, weder ineen. Afgesnoerde groepen van epitheliumcellen liggen lager, in de zoogenoemde tunica albuginea, boven de laag der eieren bevattende folliculi. — Vergr. 300.

### Pl. II.

Fig. 3. Sagittale doorsnede van het ovarium van een meisje van 16 jaren, aan een hartgebrek gestorven, op een verdiepte, maar door wrongvormige verhevenheden omgeven plek. — Ruim 1 millimeter onder de oppervlakte lagen holten (regressief veranderende folliculi) en oppervlakkiger in het bindweefsel verspreid, de bestanddeelen van een corpus luteum. — Vergr. 300.

*a*. bloedvat.

*b*. oudere, tot in de tunica albuginea reikende folliculus, waarschijnlijk regressief te gronde gaande.

Fig. 4. Doorsnede van het normale ovarium eener vrouw van 34 jaren, 4 weken na den partus gestorven. — Tepelvormige verhevenheden aan de oppervlakte. Daaronder slechts één grootere folliculus. Zijdelings begint op de gewone diepte de follikellaag. — Vergr. 65.

W. KOSTER Oppervlakte van het Ovarium.

*Fig 1*

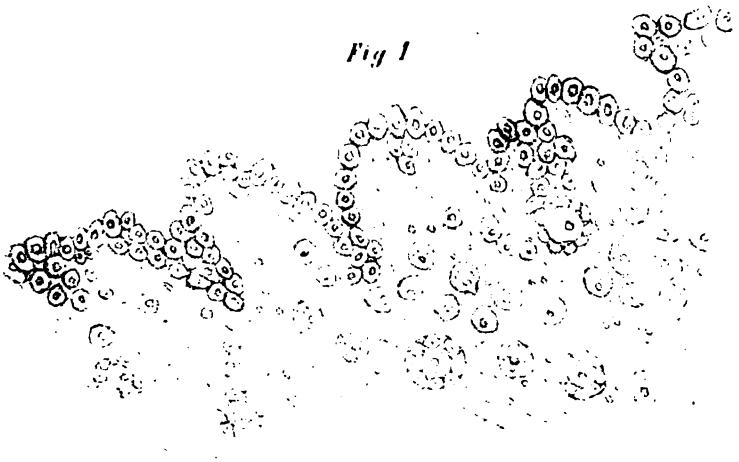


*Fig. 2.*

WOLTER *Oppervlakte van het Ovarium.*

*Fig. 3.*

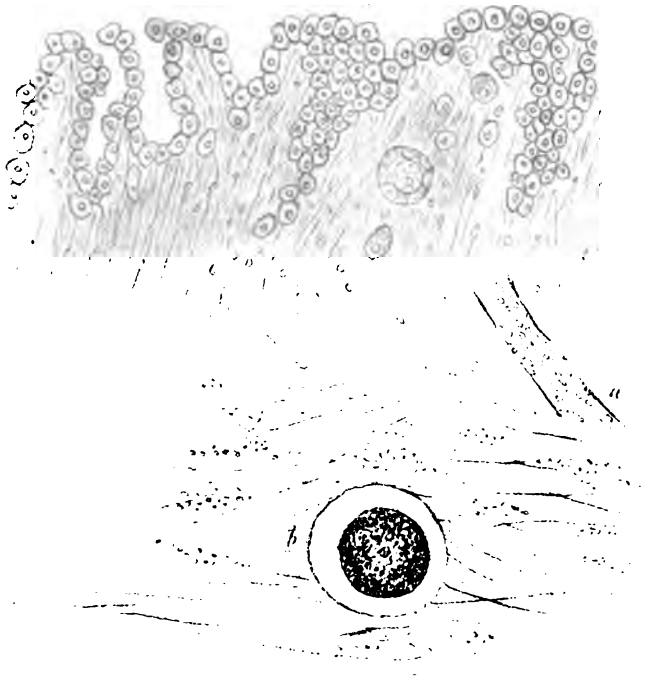
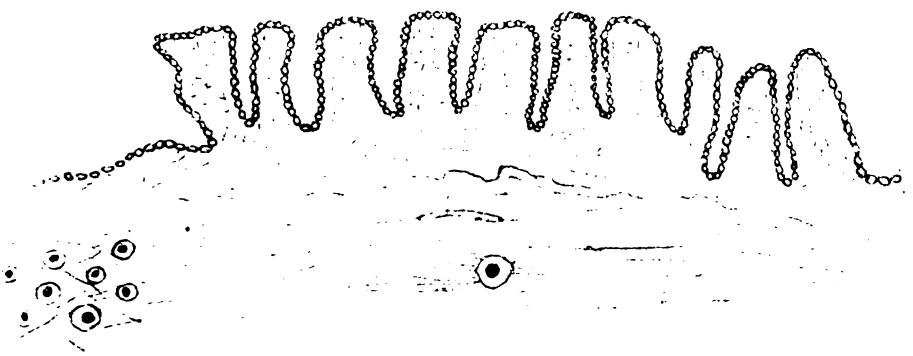



*Fig. 4.*



# OVER DE

# VERSCHIJNSELEN VAN GEKLEURDE POLARISATIE

VOOR

## ÉÉNASSIGE KRISTALLEN IN CONVERGENT LICHT,

DOOR

**V. S. M. VAN DER WILLIGEN.**

1. Ik ontleen aan BILLET *) de navolgende bekende formule voor de totale vertraging, welke de gewone straal op den buitengewonen, voor éénassige kristallen, ondervindt:

$$R = \frac{e}{b\cos r} - \frac{e}{\varrho\cos r'} + e\sin i\left(tg\,r'\cos(\varphi'-\varphi) - tg\,r\right). \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

R is het wegverschil, gereduceerd op lucht, dat de gewone lichtgolf meer moet afleggen dan de buitengewone, opdat beider golven-vlakken na de breking weder zamenvallen, eene waarde, positief voor negatieve kristallen, negatief voor positieve. Het is geheel overbodig om hier op nieuw deze formule af te leiden.

$e$ is de dikte van het plaatje;

$b = \frac{1}{n}$ is de straal van den snelheids-bol van den gewonen straal, gelijk aan het omgekeerde van den gewonen index van refractie;

$\varrho = \frac{1}{N}$ is de voerstraal van het omwentelings-ellipsoid van snelheid van den buitengewonen straal voor de rigting waarin

*) *Traité d'Optique physique.* T. I, p. 468.

zich hier het buitengewone licht beweegt, gelijk aan het omgekeerde van den buitengewonen index van refractie voor die rigting.

$b$ en $\varrho$ zijn dus de beide snelheden onzer stralen in het kristalplaatje;

$r$ en $r'$ zijn de hoeken van breking van gewonen en buitengewonen straal;

$i$ is de hoek van inval in de lucht;

$\varphi$ en $\varphi'$ zijn de azimuthen der vlakken van breking van beide stralen met betrekking tot de voorname doorsnede van het kristal, die loodregt op de brekende vlakte staat; $\varphi$ is dus ook het azimuth van het vlak van inval.

2. De uitdrukkingen voor $\varrho$, $r'$ en $\varphi'$, ontleenen wij al verder aan BILLET *);

$\sin r$ is natuurlijk gelijk $b \sin i$, dus $\cos r = \sqrt{(1-b^2\sin^2 i)}$ en $tg\, r = \dfrac{b \sin i}{\sqrt{(1-b^2\sin^2 i)}}$.

In het coördinaten-stelsel van BILLET is de oorsprong in het punt van inval van het licht op de brekende vlakte; de as van $z$ staat loodregt op die brekende vlakte, positief genomen in de rigting in de lucht; de assen van $x$ en $y$ vallen dan in de brekende vlakte en de eerste wordt daarenboven in de voorname doorsnede van het kristal gelegd die loodregt op deze brekende vlakte staat.

$x''$, $y''$ en $z''$ zijn de coördinaten van het punt waar de gewone straal den betreffenden bol van snelheid van voortplanting ontmoet; deze zijn voor ons van geen belang;

$x'''$, $y'''$ en $z'''$ zijn de coördinaten van het uiteinde van den voerstraal $\varrho$, dat is van het punt waar de buitengewone straal zijn omwentelings-ellipsoid van snelheid doorsnijdt.

De vergelijking van dit ellipsoid van HUYGHENS is, daar de optische as in het vlak $xz$ ligt, de volgende:

$$A x'''^2 + A' y'''^2 + A'' z'''^2 + 2\,B\, x''' z''' + 1 = 0;$$

de termen in $x'''y'''$ en $y'''z'''$ zijn weggevallen, omdat het vlak XZ het ellipsoid in twee gelijke helften deelt.

---

*) l. c. T. I, p. 288—290.

Wanneer men den hoek, dien de optische as met de as OZ vormt, L noemt, heeft men *):

$$A = -\frac{1}{a^2}\cos^2 L - \frac{1}{b^2}\sin^2 L,\ A' = -\frac{1}{a^2},\ A'' = -\frac{1}{a^2}\sin^2 L - \frac{1}{b^2}\cos^2 L$$

en $$B = \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}\right)\sin L \cos L,$$

waarin $b$ de omwentelings-as van het ellipsoid, gelijk aan den straal van den zoo even genoemden bol, en $a$ de straal van den aequator is.

Verder is

$$\varrho \cos r' = -z''',\ \cot\varphi' = \frac{x'''}{y'''} \text{ en } \operatorname{tg} r' \sin\varphi' = \frac{y'''}{z'''}$$

$$z''' = -ab\sqrt{\{-A + \sin^2 i\,(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}$$

$$x''' = \frac{\sin i \cos\varphi}{A} + \frac{B\,ab}{A}\sqrt{\{-A + \sin^2 i(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}$$

en

$$y''' = \frac{1}{A'}\sin i \sin\varphi = -a^2 \sin i \sin\varphi.$$

Hieruit:

$$\varrho \cos r' = ab\sqrt{\{-A + \sin^2 i\,(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}$$

$$\operatorname{tg} r' \sin\varphi' = \frac{-a^2 \sin i \sin\varphi}{-ab\sqrt{\{-A + \sin^2 i\,(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}}$$

$$= \frac{a \sin i \sin\varphi}{b\sqrt{\{-A + \sin^2 i\,(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}}$$

$$\cot\varphi' = -\frac{\sin i \cos\varphi}{a^2 A \sin i \sin\varphi} - \frac{B\,ab}{a^2 A \sin i \sin\varphi}\sqrt{\{-A + \sin^2 i(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}$$

$$= -\frac{\cot\varphi}{a^2 A} - \frac{B\,b}{aA \sin i \sin\varphi}\sqrt{\{-A + \sin^2 i\,(a^2 A \sin^2\varphi - \cos^2\varphi)\}}$$

en $$\operatorname{tg} r' \cos(\varphi' - \varphi) = \operatorname{tg} r' \sin\varphi' \{\cos\varphi \cot\varphi' + \sin\varphi\}$$

$$= \frac{a \sin i \sin\varphi}{b\sqrt{\phantom{x}}}\left\{-\frac{\cos^2\varphi}{a^2 A \sin\varphi} - \frac{B\,b\cos\varphi}{aA \sin i \sin\varphi}\sqrt{\phantom{x}} + \sin\varphi\right\}$$

$$= \frac{a \sin i}{b\sqrt{\phantom{x}}}\left\{-\frac{\cos^2\varphi}{a^2 A} + \sin^2\varphi\right\} - \frac{B\cos\varphi}{A}.$$

*) l. c. p. 285.

3. Men heeft nu:

$$\frac{e}{b\cos r} - e\sin i\,tg\,r = \frac{e(1-b\sin i\sin r)}{b\cos r} = \frac{e(1-b^2\sin^2 i)}{b\cos r} = \frac{e\cos^2 r}{b\cos r}$$

$$= \frac{e}{b}\cos r = \frac{e}{b}\sqrt{(1-b^2\sin^2 i)}.$$

De waarde der beide overige termen van R is veranderlijk met den hoek L. Is $L = 0^c$, dat is wordt het plaatje loodregt op de optische as gesneden, zoo is:

$$A = -\frac{1}{a^2} \text{ en } B = 0.$$

Dan wordt:

$$\frac{e}{\varrho\cos r'} - e\sin i\,tg\,r'\cos(\psi'-\varphi) = e\left\{\frac{1}{a\sqrt{\left\{\frac{1}{a^2}-\sin^2 i\left(\frac{a^2}{a^2}\sin^2\psi+\cos^2\psi\right)\right\}}}\right.$$

$$\left. -\frac{a\sin^2 i}{b\sqrt{\left\{\frac{1}{a^2}-\sin^2 i\left(\frac{a^2}{a^2}\sin^2\varphi+\cos^2\varphi\right)\right\}}}\left\{\frac{a^2\cos^2\varphi}{a^2}+\sin^2\varphi\right\}\right\}$$

$$= e\left\{\frac{1}{b\sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + a^2\cos^2\varphi)\right)}}\right.$$

$$\left. -\frac{a^2\sin^2 i}{b\sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi+a^2\cos^2\varphi)\right)}}\left\{\cos^2\varphi+\sin^2\varphi\right\}\right\}$$

$$= \frac{e}{b\sqrt{(1-a^2\sin^2 i)}}\left\{1-a^2\sin^2 i\right\} = \frac{e}{b}\sqrt{(1-a\sin^2 i)} = \frac{e}{b}\cos r'',$$

wanneer $r''$ den met den hoek van inval $i$ correspondeerenden hoek van breking voor den buitengewonen straal voorstelt, voor het geval dat de breking plaats heeft in den aequator van het ellipsoid, waarin dus ook de buitengewone straal de beide wetten van SNELLIUS volgt.

De waarde van R voor plaatjes loodregt op de optische as is alzoo:

$$R = \frac{e}{b}\left\{\cos r - \cos r''\right\} = \frac{e}{b}\left\{\sqrt{1-b^2\sin^2 i} - \sqrt{1-a^2\sin^2 i}\right\} \ldots (II)$$

4. Wanneer de optische as in de brekende vlakte ligt, en dus het plaatje evenwijdig aan de as is gesneden, is $L = 90°$, dus $A = -\frac{1}{b^2}$ en B nog gelijk 0.

Men heeft:

$$\frac{e}{\varrho\cos r'} - e\sin i\, tg\, r'\cos(\varphi'-\varphi) = e\left\{\frac{1}{ab\sqrt{\left\{\frac{1}{b^2}-\sin^2 i\left(\frac{a^2}{b^2}\sin^2\varphi+\cos^2\varphi\right)\right\}}}\right.$$

$$\left.-\frac{a\sin^2 i}{b\sqrt{\left\{\frac{1}{b^2}-\sin^2 i\left(\frac{a^2}{b^2}\sin^2\varphi+\cos^2\varphi\right)\right\}}}\left\{\frac{b^2\cos^2\varphi}{a^2}+\sin^2\varphi\right\}\right\}$$

$$= e\left\{\frac{1}{a\sqrt{\left\{1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi+b^2\cos^2\varphi)\right\}}}\right.$$

$$\left.-\frac{a\sin^2 i}{\sqrt{\left\{1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi+b^2\cos^2\varphi)\right\}}}\cdot\frac{(b^2\cos^2\varphi+a^2\sin^2\varphi)}{a^2}\right\}$$

$$= \frac{e}{a\sqrt{\left\{1-\sin^2 i(a^2\sin^2\varphi+b^2\cos^2\varphi)\right\}}}\left\{1-\sin^2 i^2\,(a^2\sin^2\varphi+b^2\cos^2\varphi)\right\}$$

$$= \frac{e}{a}\sqrt{\left\{1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi+b^2\cos^2\varphi)\right\}} \ldots\ldots (III)$$

Voor $\varphi = 0$, dat is, valt de vlakte van inval zamen met de normale hoofdsnede, wordt deze uitdrukking:

$$= \frac{e}{a}\sqrt{(1-b^2\sin^2 i)} = \frac{e}{a}\cos r,$$

alzoo: $$\frac{e}{\varrho\cos r'} - e\sin i\, tg\, r'\cos(\varphi'-\varphi) = \frac{e}{a}\cos r$$

en de totale waarde van R:

$$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\cos r = e\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)\cos r = e\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)\sqrt{(1-b^2\sin^2 i)} \ldots (IV)$$

Voor $\varphi = 90°$, dat is, wanneer de vlakte van inval loodregt staat op de optische as, wordt:

$$\frac{e}{\varrho \cos r'} - e \sin i \, tg\, r' \cos(\varphi' - \varphi) = \frac{e}{a}\sqrt{(1 - a^2 \sin^2 i)} = \frac{e}{a}\cos r'' ;$$

en dus

$$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\cos r'' = e\left\{\frac{1}{b}\sqrt{(1 - b^2 \sin^2 i)} - \frac{1}{a}\sqrt{(1 - a^2 \sin^2 i)}\right\} \ldots (V)$$

Voor $\varphi = 45°$ wordt:

$$\frac{e}{\varrho \cos r'} - e \sin i \, tg\, r' \cos(\varphi' - \varphi) = \frac{e}{a}\sqrt{\left\{1 - \sin^2 i \left(\tfrac{1}{2}a^2 + \tfrac{1}{2}b^2\right)\right\}}$$

$$= \frac{e}{a}\sqrt{\left\{1 - \tfrac{1}{2}\sin^2 i \,(a^2 + b^2)\right\}},$$

en dus:

$$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\left\{1 - \tfrac{1}{2}\sin^2 i (a^2 + b^2)\right\}} = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{(1 - \tfrac{1}{2}a^2 \sin^2 i - \tfrac{1}{2}b^2 \sin^2 i)}$$

$$= \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{(\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2}a^2 \sin^2 i + \tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2}b^2 \sin^2 i)}$$

$$= \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\left\{\tfrac{1}{2}(1 - \sin^2 r'') + \tfrac{1}{2}(1 - \sin^2 r)\right\}}$$

$$= \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\tfrac{1}{2}(\cos^2 r + \cos^2 r'')}$$

$$= \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\tfrac{1}{2}\left\{1 + \cos(r + r'')\cos(r - r'')\right\}} \ldots . \quad (VI)$$

5. Voor L = 45°, voor plaatjes alzoo die onder een hoek van 45° met de optische as uit het kristal gesneden zijn, wordt:

$$A = -\tfrac{1}{2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}\right) = -\tfrac{1}{2}\left(\frac{a^2 + b^2}{a^2 b^2}\right) \text{ en } B = \tfrac{1}{2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}\right) = \tfrac{1}{2}\left(\frac{b^2 - a^2}{a^2 b^2}\right);$$

derhalve: $$\frac{B}{A} = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2},$$

verder: $$\frac{e}{\varrho \cos r'} - e \sin i \, tgr' \cos(\psi' - \varphi) =$$

$$= e \left\{ \frac{1}{ab\sqrt{\left\{ \frac{a^2+b^2}{2a^2b^2} + \sin^2 i \left( -\frac{a^2(a^2+b^2)}{2a^2b^2} \sin^2\varphi - \cos^2\varphi \right) \right\}}} \right.$$

$$\left. - \sin i \left( \frac{a \sin i}{b\sqrt{\phantom{x}}} \left[ \frac{2a^2b^2\cos^2\varphi}{a^2(a^2+b^2)} + \sin^2\varphi \right] - \frac{B}{A}\cos\varphi \right) \right\}$$

$$= \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{\left\{ a^2+b^2 - \left[ a^2(a^2+b^2)\sin^2\varphi + 2a^2b^2\cos^2\varphi \right] \sin^2 i \right\}}}$$

$$\times \left\{ 1 - a^2 \sin^2 i \left( \frac{a^2(a^2+b^2)\sin^2\varphi + 2a^2b^2\cos^2\varphi}{a^2(a^2+b^2)} \right) \right\}$$

$$+ \frac{e(a^2-b^2)}{a^2+b^2} \cos\varphi \sin i,$$

$$= \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{\left\{ a^2+b^2 - \sin^2 i \left( a^2(a^2+b^2)\sin^2\varphi + 2a^2b^2\cos^2\varphi \right) \right\}}}$$

$$\times \frac{a^2+b^2 - \sin^2 i \left( a^2(a^2+b^2)\sin^2\varphi + 2a^2b^2\cos^2\varphi \right)}{a^2+b^2}$$

$$+ e \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2} \cos\varphi \sin i,$$

$$= \frac{e\sqrt{2}\sqrt{\left\{ a^2+b^2 - \sin^2 i \left( a^2(a^2+b^2)\sin^2\varphi + 2a^2b^2\cos^2\varphi \right) \right\}}}{a^2+b^2}$$

$$+ e \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2} \cos\varphi \sin i,$$

$$= \frac{e\sqrt{2}\sqrt{\left\{ a^2+b^2 - \sin^2 i \left( a^2b^2 + a^4\sin^2\varphi + a^2b^2\cos^2\varphi \right) \right\}}}{a^2+b^2}$$

$$+ e \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2} \cos\varphi \sin i, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(VII)}$$

Voor $\varphi = 0$ wordt deze formule:

$$\frac{e}{\varrho \cos r'} - e \sin i \, tgr' \cos(\varphi' - \varphi)$$

$$= \frac{e\sqrt{2}\sqrt{\{a^2+b^2-\sin^2 i\,(a^2b^2+a^2b^2)\}}}{a^2+b^2} + e\,\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sin i,$$

$$= \frac{e\sqrt{2}}{(a^2+b^2)}\sqrt{(a^2+b^2-2a^2b^2\sin^2 i)} + e\,\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sin i,$$

$$= \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\sqrt{(1-\frac{2a^2b^2}{a^2+b^2}\sin^2 i)} + e\,\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sin i\,;$$

dus:

$$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\sqrt{(1-\frac{2a^2b^2}{a^2+b^2}\sin^2 i)} - e\,\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sin i\,. \quad \text{(VIII)}$$

Voor $\varphi = 90^0$ is:

$$\frac{e}{\varrho \cos r'} - e \sin i \, tg\, r' \cos(\varphi' - \psi) = \frac{e\sqrt{2}}{a^2+b^2}\sqrt{\{a^2+b^2-\sin^2 i\,(a^2b^2+a^4)\}},$$

$$= \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\sqrt{\{1-a^2\sin^2 i\}} = \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\cos r''$$

dus: $$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\cos r'' \quad \ldots \quad \text{(IX)}.$$

6. Wanneer parallel regtlijnig gepolariseerd licht convergent geworden invalt, stel ik mij voor, dat het polarisatie-vlak voor alle meer- of minder schuin invallende stralen dezelfde doorsnede heeft met de brekende vlakte, die de lijn OP is, volgens welke het polarisatie-vlak van het parallel gegeven licht, deze brekende vlakte doorsnijdt.

Laat het azimuth van de vlakte van inval, ten aanzien van het vlak dat door de normaal O N op de brekende vlakte en genoemde doorsnede O P gebragt wordt $\alpha$ zijn, en noem den hoek van inval, dien de straal O M met de normaal O N vormt $i$, dan wordt de hoek $p$, dien het zoo even bepaalde polarisatie-vlak van dezen schuins invallenden straal met het vlak van

inval maakt, gevonden uit den regtzijdigen bolvormigen driehoek MPN aangewezen door de normaal ON, den straal OM en de doorsnede OP. In dezen driehoek is de zijde NP $= 90°$; PMN is de gezochte hoek $p$; MN $= i$; hoek MNP $= 180°-\alpha$.

Men heeft:

$$tg\,[180°-(180°-\alpha)] = tg\,(180°-p)\,cos\,(180°-i),$$

dus: $$tg\,\alpha = tg\,p\,cos\,i \text{ en } tg\,p = \frac{tg\,\alpha}{cos\,i} \ldots\ldots \text{(X)}$$

Wanneer het plaatje loodregt op de as gesneden is, dan geeft $p$ den hoek door de voorname doorsnede van den invallenden straal met het vlak van polarisatie gevormd.

7. Indien het plaatje evenwijdig aan de optische as gesneden is, en het vlak van inval den hoek $\beta$, gemeten op de brekende vlakte, vormt met het vlak gaande door de normaal en de optische as OL, dan wordt de hoek, dien de voorname doorsnede van het kristal, gebragt door den invallenden straal, maakt met het vlak van inval, en dien wij $q$ zullen noemen, op dezelfde wijze gevonden uit den regtzijdigen driehoek MNL. Hoek LMN moet dan gelijk genomen worden aan $q$, hoek LNM $=$ $180°-\beta$ en de zijde M N $= i$; dus:

$$tg\,q = \frac{tg\,\beta}{cos\,i} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(XI)}$$

Neemt men nu op de brekende vlakte de lijn die loodregt staat op de optische as, dan zal het vlak gaande door deze lijn OL' en den invallenden straal, met het vlak van inval den hoek $q'$ vormende, zijn

$$tg\,q' = \frac{cot\,\beta}{cos\,i} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(XII)}$$

Wanneer $i = 0°$ is, is $q + q' = 90°$. Wanneer $\beta$ b.v. gelijk $45°$ is, dan is $q = q'$ voor $i = 10°$ gelijk $45°26',5$; voor $i = 20°$ gelijk $46°47'$, en voor $i = 30°$ gelijk $49°6',5$; dus $q + q'$ respectievelijk $= 90°53'$, $90°34'$ en $98°13'$.

8. Ligt het vlak, dat door de optische as en de normaal gaat nog in het azimuth $\beta$, ten aanzien van het vlak van inval, maar

duikt de as ter waarde van den hoek 90°–L onder de brekende vlakte, dan maakt de lijn OT, waar dit vlak de brekende vlakte snijdt, den hoek $\beta$ met de lijn OU waarin de vlakte van inval de brekende vlakte ontmoet; de lijnen OU en OT vormen met de optische as OL een regthoekigen bolvormigen driehoek, regthoekig in T. Zoo wij LU noemen $\delta$, is:

$$\cos \mathrm{LU} = \cos \mathrm{UT} \times \cos \mathrm{TL},$$

dat is $$\cos \delta = \cos \beta . \sin \mathrm{L},$$

en de hoek U wordt gevonden door:

$$tg \mathrm{TL} = \sin \mathrm{TU} \times tg \mathrm{U},$$

dat is: $$\cot \mathrm{L} = \sin \beta . tg \mathrm{U},$$

derhalve: $$tg \mathrm{U} = \frac{\cot \mathrm{L}}{\sin \beta}.$$

Wij hebben verder den bolvormigen driehoek, gevormd door den invallenden straal OM, de as OL en de lijn van doorsnijding OU; het vlak MOL is hier de voorname doorsnede van het kristal, die door OM gaat en MOU is het vlak van inval. In dezen bolvormigen driehoek is UL gelijk $\delta$, MU = $90° + i$, hoek MUL = $90° + \mathrm{U}$ en hoek LMU zij genoemd $s$; de bekende formule geeft:

$$tg \mathrm{LMU} = \frac{\sin \mathrm{MUL}}{\sin \mathrm{MU} \cot \mathrm{UL} - \cos \mathrm{MU} \cos \mathrm{MUL}};$$

om $s$ te vinden hebben wij dus:

$$tg\, s = \frac{\cos \mathrm{U}}{\cos i \cot \delta - \sin i \sin \mathrm{U}},$$

waarin:

$$tg \mathrm{U} = \frac{\cot \mathrm{L}}{\sin \beta} \text{ en } \cos \delta = \cos \beta \sin \mathrm{L} \quad \ldots . \quad \text{(XIII)}$$

Ligt de optische as aan de andere zijde van het vlak van inval in een normaal-vlak, dat het azimuth 90°–$\beta$ met het vlak van inval vormt, terwijl hare duiking 90°–L blijft, dan is:

$$tg\ s' = \frac{cos\ U'}{cos\ i\ cot\ \delta' - sin\ i\ sin\ U'}$$

waarin:

$$tg\ U' = \frac{cot\ L}{cos\ \beta} \text{ en } cos\ \delta' = sin\ \beta\ sin\ L \ldots . \text{ (XIV)}$$

Worden L en $\beta$ beiden gelijk 45°, dan wordt:

$$tg\ U = tg\ U' = \sqrt{2} \text{ en } cos\ \delta' = \tfrac{1}{2};$$

de uitdrukkingen voor $s$ en $s'$ worden:

$$tg\ s = tg\ s' = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{3}}{\frac{1}{2}\sqrt{3}\ cos\ i - \frac{1}{2}\sqrt{6}\ sin\ i} = \frac{1}{cos\ i - \sqrt{2}\ sin\ i}$$

Wordt L alleen $= 45°$, dan is:

$$tg U = \frac{1}{sin\beta} \text{ en } tg U' = \frac{1}{cos\beta},\ cos\delta = \tfrac{1}{2}\sqrt{2}.cos\beta \text{ en } cos\delta' = \tfrac{1}{2}\sqrt{2}.sin\beta.$$

Hierdoor wordt:

$$sin U = \frac{1}{\sqrt{1+sin^2\beta}},\ cos U = \frac{sin\ \beta}{\sqrt{1+sin^2\beta}},\ sin\ U' = \frac{1}{\sqrt{1+cos^2\beta}},$$

$$cos U' = \frac{cos\ \beta}{\sqrt{1+cos^2\beta}},\ cot\ \delta = \frac{cos\beta}{\sqrt{2-cos^2\beta}} = \frac{cos\beta}{\sqrt{1+sin^2\beta}}$$

$$\text{en } cot\ \delta' = \frac{sin\ \beta}{\sqrt{2-sin^2\beta}} = \frac{sin\ \beta}{\sqrt{1+cos^2\beta}}.$$

Alzoo:

$$tg\ s = \frac{\frac{sin\beta}{\sqrt{1+sin^2\beta}}}{\frac{cos\beta\ cos\ i}{\sqrt{1+sin^2\beta}} - \frac{sin\ i}{\sqrt{1+sin^2\beta}}} = \frac{sin\ \beta}{cos\ i\ cos\beta - sin\ i}$$

en:

$$tg\ s' = \frac{\frac{cos\ \beta}{\sqrt{1+cos^2\beta}}}{\frac{sin\ \beta\ cos\ i}{\sqrt{1+cos^2\beta}} - \frac{sin\ i}{\sqrt{1+cos^2\beta}}} = \frac{cos\ \beta}{cos\ i\ sin\ \beta - sin\ i};$$

voor $i = 0°$ wordt $tg\ s = tg\ \beta$ en $tg\ s' = cot\ \beta$. Verder is:

$$tg\,(s-\beta)=\frac{\dfrac{\sin\beta}{\cos i\cos\beta-\sin i}-\dfrac{\sin\beta}{\cos\beta}}{\cos\beta+\dfrac{\sin^2\beta}{(\cos i\cos\beta-\sin i)}}=\frac{\sin\beta\cos\beta-\sin\beta\cos\beta\cos i+\sin i\sin\beta}{\cos\beta\,(\cos i\cos\beta-\sin i)+\sin^2\beta}$$

$$=\frac{\sin\beta\cos\beta-\sin\beta\cos\beta\cos i+\sin i\sin\beta}{\cos i\cos^2\beta-\sin i\cos\beta+\sin^2\beta}=\frac{\sin\beta\cos\beta(1-\cos i)+\sin i\sin\beta}{\cos i+\sin^2\beta(1-\cos i)-\sin i\cos\beta};$$

evenzoo:

$$tg\,(s-90^\circ+\beta)=\frac{\sin\beta\cos\beta-\sin\beta\cos\beta\cos i+\sin i\cos\beta}{\cos i\sin^2\beta-\sin i\sin\beta+\cos^2\beta}$$

$$=\frac{\sin\beta\cos\beta\,(1-\cos i)+\sin i\cos\beta}{\cos i+\cos^2\beta\,(1-\cos i)-\sin i\sin\beta};$$

$$\text{en } tg\,(s+s')=\frac{\cos i-\sin i\,(\sin\beta+\cos\beta)}{-\sin i\cos i\,(\sin\beta+\cos\beta)+\sin^2 i-\sin^2 i\sin\beta\cos\beta}$$

$$=\frac{\cos i-\sin i\,(\sin\beta+\cos\beta)}{\sin^2 i\,(1-\sin\beta\cos\beta)-\sin i\cos i\,(\sin\beta+\cos\beta)}$$

Voor $\beta=45^\circ$ vindt men bij $i=5^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=3^\circ53'$; bij $i=7^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=5^\circ38.'5$; bij $i=10^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=8^\circ31'$; bij $i=20^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=20^\circ28'.5$. Voor $\beta=180^\circ-45^\circ$, wanneer alzoo de gebroken straal midden in het overstaande kwadrant der optische assen valt, vindt men, bij $i=5^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=3^\circ13',5$; bij $i=7^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=4^\circ21',5$; bij $i=10^\circ$, $s-\beta=s'-\beta=5^\circ54'$.

9. Het zou zeker naauwkeuriger geweest zijn in art. 6 de rigting van trilling in het schuins invallende licht loodregt op den straal te nemen in het vlak dat door dien straal en de rigting van trilling van het parallel invallende licht gaat; dit doet echter niets ter zake.

Nemen wij voorloopig aan, dat het polarisatie-vlak van den invallenden straal, die bij de gebroken stralen behoort, wordt aangewezen door de in art. 6 aangeduide vlakte — eene vooronderstelling die zeker voor kleine waarden van $i$ zeer nabij de waarheid komt — dan bezitten wij in de tot nu toe gegeven formulen alles wat noodig is ter berekening der chromatische verschijnselen van alle plaatjes, hoe die ook in het kristal mogten gesneden zijn en tevens van alle paren van plaatjes. De laatste formulen gelden voor twee evenwijdig aan de as of twee onder

eenzelfden hoek daarmede gesneden plaatjes, die zoo verbonden zijn, dat de normale vlakken, die de optische assen bevatten, of loodregt op elkander staan of zamenvallen.

Voor een plaatje loodregt op de as gesneden is het weg-verschil, volgens formule (II):

$$R = \frac{e}{b}(\cos r - \cos r').$$

Het polarisatie-vlak van den gebroken straal maakt met het polarisatie-vlak van het parallel invallend licht, voor den gewonen straal den hoek $p$, voor den buitengewonen den hoek $90°-p'$, die, volgens formule (X), bepaald zijn door:

$$tg\ p = \frac{tg\ \alpha}{\cos r} \text{ en } tg\ p' = \frac{tg\ \alpha'}{\cos r'}$$

waarin $\alpha$ het azimuth van het vlak van inval ten aanzien van het polarisatie-vlak van het parallel invallend licht is, en $\alpha = \alpha'$ en $r = r'$ mag genomen worden.

Bij $r = 10°$ geeft deze laatste formule, voor $\alpha = 5°$, $p = 5°4'40''$ en voor $\alpha = 45°$, $p = 45°26'20''$; hierdoor is alzoo duidelijk, dat voor geen al te groote waarden van $i$ de hoek $p$ niet merkbaar van $\alpha$ zal verschillen. Zonder van de waarheid af te wijken, kunnen wij dus, bij de berekening der ringen van loodregt op de as gesneden plaatjes, ons aan de gewone voorstelling houden en, voor eenig punt op de brekende vlakte, de lijnen van doorsnijding van het vlak van polarisatie van het parallel invallend licht en van de voorname doorsnede van den invallenden straal met deze brekende vlakte benevens de lijn loodregt op deze laatste voorloopig in de plaats stellen voor de drie polarisatie-vlakken van invallenden, gewonen en buitengewonen straal.

Stelt men nu in formule (II) het wegverschil achtervolgens gelijk aan $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}$ enz., voor eenig homogeen licht en neemt men ook in het tweede lid de waarden, die voor datzelfde licht gelden, dan kan men de hoeken van inval bepalen voor den eersten, tweeden, derden en volgenden donkeren ring. Het spreekt van zelf, dat het voor naauwkeurige vergelijkingen verkieslijk is, zich bij hoeks-metingen in plaats van bij de

meting van de lineaire afmeting der ringen op een scherm te bepalen; het komt mij voor, dat voor die hoeken eene groote naauwkeurigheid bereikbaar zijn moet.

Donkere ringen voor een wegverschil $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{3\lambda}{2}$ enz, vooronderstellen den parallelen stand der polarisatie-vlakken van polarisator en analysator. Staan die polarisatie-vlakken loodregt op elkander, dan stemmen de donkere ringen natuurlijk met de wegverschillen $\frac{2\lambda}{2}$, $\frac{4\lambda}{2}$ enz., overeen.

De meest algemeene beschouwing is deze. Wanneer de amplitudo van den invallenden straal gelijk aan de eenheid gesteld wordt, dan zijn de amplitudines der ontbonden stralen, die volgens de hoofdsnede en loodregt daarop gepolariseerd zijn, natuurlijk *cos p* en *sin p*. Wanneer dan $\frac{R}{\lambda} 2\pi = u$ gesteld wordt, dan zijn de snelheden van trilling in de uit het plaatje komende stralen, voor die welke in de hoofdsnede gepolariseerd is: *cos p sin* O en voor die welke loodregt daarop gepolariseerd is: *sin p sin* (O + *u*), waarin O een willekeurigen boog mag voorstellen; de afwijkingen of uitslagen van het aetherdeeltje zijn alzoo *cos p cos* O en *sin p cos* (O + *u*).

Wanneer twee loodregt op elkander gepolariseerde stralen zamenvallen, wier uitslagen worden voorgesteld door $x = a \cos O$ en $y = b \cos (O + u)$, is de resulteerende beweging der aetherdeeltjes algemeen genomen eene ellips, wier vergelijking is:

$$y^2 a^2 - 2 xy\, ab \cos u + x^2 b^2 = a^2 b^2 \sin^2 u.$$

De voerstraal dezer ellips in eenig azimuth $\varphi$ ten aanzien van de as $x$ gelegen en in het positieve quadrant vallende is:

$$\varrho = \sqrt{\frac{a^2 b^2 \sin^2 u}{a^2 \sin^2 \varphi - ab \sin 2\varphi \cos u + b^2 \cos^2 \varphi}};$$

wordt $\varphi$ negatief, dat is valt $\varrho$ in het quadrant, waarin $x$ positief en $y$ negatief is, dan verandert het teeken van den tweeden term van den noemer.

De vergelijking dezer ellips op hare assen is:

$$\frac{x'^2}{A^2} + \frac{y'^2}{B^2} = 1,$$

waarin

$$A^2 = \frac{a^2 b^2 \sin^2 u}{a^2 \sin^2 \Phi + ab \sin 2\Phi + b^2 \cos^2 \Phi},$$

$$B^2 = \frac{a^2 b^2 \sin^2 u}{a^2 \cos^2 \Phi - ab \sin 2\Phi + b^2 \sin^2 \Phi}$$

en

$$tg\ 2\Phi = \frac{2ab \cos u}{b^2 - a^2}$$

is.

Zoo lang $i$ niet te groot wordt, verschilt in de formulen van boven $p$ weinig van $\alpha$; nemen wij dus eenvoudig $\alpha$ voor $p$, dan is $a = \cos\alpha$ en $b = \sin\alpha$ dus:

$$tg\ 2\Phi = \frac{\sin 2\alpha \cos u}{\sin^2\alpha - \cos^2\alpha} = -\cos u\ tg\ 2\alpha,$$

$$A^2 = \frac{\sin^2\alpha \cos^2\alpha \sin^2 u}{\cos^2\alpha \sin^2\Phi + \sin\alpha\cos\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha \cos^2\Phi}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\cos^2\alpha \sin^2\Phi \alpha \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha - \sin^2\alpha \sin^2\Phi}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\cos 2\alpha \sin^2\Phi + \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2}\cos 2\alpha - \frac{1}{2}\cos 2\alpha \cos 2\Phi + \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha};$$

dus

$$A^2 = \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2}\cos 2\alpha - \frac{1}{2}\cos 2(\alpha+\Phi) + \sin^2\alpha} = \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2}\cos^2\alpha - \frac{1}{2}\sin^2\alpha - \frac{1}{2}\cos 2(\alpha+\Phi) + \sin^2\alpha}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2(\alpha+\Phi)} = \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\sin^2(\alpha+\Phi)};$$

dus:

$$A = \frac{\sin 2\alpha \sin u}{2\sin(\alpha+\Phi)}.$$

Evenzoo

$$B^2 = \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\cos^2\alpha\cos^2\Phi - \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha \sin^2\Phi}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)\cos^2\Phi - \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2}(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) + \frac{1}{2}(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha)\cos 2\Phi - \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi + \sin^2\alpha}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cos 2\alpha \cos 2\Phi - \frac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\Phi}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cos 2(\alpha+\Phi)} = \frac{\frac{1}{4}\sin^2 2\alpha \sin^2 u}{\cos^2(\alpha+\Phi)}$$

dus

$$B = \frac{\sin 2\alpha \sin u}{2\cos(\alpha+\Phi)}.$$

De halve voorname as $x'$ wordt hierbij vooronderstelt te vallen in het quadrant, dat bepaald is door de positieve $x$ en de negatieve $y$; de rigting der licht-stralen is hier as van $z$.

10. Wanneer de golvingen $a\cos O$ en $b\cos(O+u)$ geprojecteerd worden op een vlak dat den hoek $\varphi$ met het vlak $xz$ maakt, dan verkrijgt men $a\cos\varphi\cos O$ en $b\sin\varphi\cos(O+u)$, in de vooronderstelling dat dit derde vlak tusschen de beide anderen, dus in het positieve quadrant van $x$ en $y$, valt. De intensiteit van den resulteerenden straal is dan:

$$a^2\cos^2\varphi + ab\sin 2\varphi\cos u + b^2\sin^2\varphi$$

of daar $a$ hier $= \cos\alpha$ en $b = \sin\alpha$ is:

$$J = \cos^2\alpha\cos^2\varphi + \tfrac{1}{2}\sin 2\alpha\sin 2\varphi\cos u + \sin^2\alpha\sin^2\varphi$$

$$= \cos(\alpha+\varphi)^2 + \tfrac{1}{2}\sin 2\alpha\sin 2\varphi + \tfrac{1}{2}\sin 2\alpha\sin 2\varphi\cos u$$

$$= \cos(\alpha+\varphi)^2 + \sin 2\alpha\sin 2\varphi\cos^2\frac{u}{2}.$$

Nemen wij in onze ellips van zoo even den voerstraal die, aan de andere zijde van de as $x$, of van het vlak waarin $a\cos O$

ligt, vallende daarmede den hoek $-(90^0-\varphi)$ maakt, dan vindt men hiervoor:

$$\varrho'^2 = \frac{a^2\, b^2\, cos^2\, u}{a^2\, cos^2\, \varphi + ab\, sin\, 2\, \varphi\, cos\, u + b^2\, sin^2\, \varphi}$$

alzoo is:

$$J = \frac{a^2\, b^2\, sin^2\, u}{\varrho'^2}.$$

Dat is: beschrijf de ellips van zoo even, die de baan voorstelt van het aetherdeeltje, dat onder den invloed van beide stralen trilt — waarbij wij eenvoudigheids-halve de trillingen met het poralisatie-vlak laten zamenvallen —; wordt dan de resulteerende straal van deze beiden verlangd, die gepolariseerd is volgens een vlak dat met de voorname doorsnede van den uittredenden straal, dat is met het vlak van $a\, cos\, O$, een willekeurigen hoek $\varphi$ maakt, trek dan in die ellips den voerstraal, die loodregt op dit vlak of die door $\varphi$ aangewezen rigting staat, dan is de gezochte intensiteit omgekeerd evenredig aan het vierkant van dien voerstraal en wel:

$$J = \frac{a^2\, b^2\, cos^2\, u}{\varrho'^2};$$

dat is voor ons geval:

$$J = \frac{sin^2\, 2\, \alpha\, cos^2\, u}{4\, \varrho'^2}.$$

De anomalie $v$ van den resulteerenden straal wordt gevonden door de formule:

$$tg\, v = \frac{b\, sin\, u}{a + b\, cos\, u} = \frac{sin\, \alpha\, sin\, u}{cos\, \alpha + sin\, \alpha\, cos\, u}$$

en de afwijking of uitslag in dezen straal is derhalve:

$$= \sqrt{}\, J.\, cos\, (\varphi + v),$$

De convergent invallende stralen worden aan den anderen kant van het plaatje divergent waargenomen; de waarnemer is dus van stelling veranderd; daardoor zal men dan ook bij de waarneming van eene linksche draaijing eene regtsche in de plaats stellen en omgekeerd. Dat de vibraties hier in het vlak

van polarisatie gedacht worden geeft geene moeijelijkheid; in plaats van vibratie leze men overal slechts vlak van polarisatie.

11. Het aetherdeeltje dat door de beide uit het kristalplaatje tredende stralen getroffen wordt, beschrijft alzoo bijna immer eene ellips; alleen voor stralen in het polarisatie-vlak van het evenwijdig invallende licht en in het vlak loodregt daarop, is de beweging regtlijnig; beide vlakken verdeelen het veld in vier quadranten en wel zoodanig, dat wanneer wij ons bij eenzelfden ring bepalen, de beweging van het aetherdeeltje in zijne ellips in het eene paar overstaande quadranten van linksch naar regtsch en in het andere paar van regtsch naar linksch plaats heeft.

Bepalen wij ons bij homogeen licht, dan moet van ring tot ring en wel op de maxima en minima van licht, omkeering der beweging van het deeltje plaats hebben.

Trekken wij verder voor eenig punt van zulk een' ring den straal en de raaklijn, die de doorsnijdingen van de voorname doorsnede en het vlak loodregt daarop met de brekende vlakte aanwijzen, dan verdeelen deze lijnen den omtrek rond het raakpunt weder in vier quadranten. Wij kunnen nu zeer eenvoudig de ligging der polarisatie-vlakken van den polarisator en van den analysator, waarmede wij de ringen waarnemen, tot deze quadranten refereeren. Liggen die beide polarisatie-vlakken in eenzelfde van deze vier quadranten, of ook in een paar overstaande, dan zijn de interferentie-verschijnselen die men waarneemt het zuivere product van het kristal-plaatje; wanneer van die polarisatie-vlakken, het een in het eene en het ander in het andere van twee naastgelegen quadranten valt, dan ontstaan de waargenomen interferentie-verschijnselen daarentegen uit de werking van het kristalplaatje en nog een bijgevoegd wegverschil van eene halve undulatie, waardoor zij volkomen complementair aan de eerste worden.

Over de verschijnselen met het donkere of verlichte kruis behoef ik hier niet te spreken; de polarisatie-vlakken van beide polariscopen, zijn dan of loodregt, of evenwijdig en gaan voor bepaalde azimuthen van onzen interferentie-ring te gelijker tijd in een ander dezer vier quadranten over; dit heeft plaats in de azimuthen $\alpha = 0°$, $90°$, $180°$ en $270°$ gerekend van het vlak van polarisatie van den eersten polariscoop.

Gaan wij uit van den gekruisten stand en laat den hoek tusschen beide polarisatie-vlakken afnemen, dan zal het polarisatie-vlak van den eersten polariscoop, die stil blijft staan, nog steeds in de punten der ringen, die in de azimuthen 0°,90°, 120° en 270° gelegen zijn, van het eene quadrant in het andere overgaan; maar het polarisatie-vlak van den tweeden polariscoop, zal dit doen in die azimuthen, waar of de raaklijn of de straal van den ring evenwijdig is aan de nieuwe rigting van dit vlak. Is b.v. deze polariscoop den hoek A uit den gekruisten stand vooruitgedraaid, dan heeft dit eerst plaats in de azimuthen A, 90° + A, 180° + A en 270° + A. Tusschen de azimuthen 0° en A, 90° en 90° + A enz., hebben wij dus behalve met het physisch phasenverschil $u$ nog rekening te houden met een geometrisch phase-verschil van 180°, dus met een bijgekomen weg-verschil van eene halve undulatie; in de aangewezen uitgestrektheden tusschen 0° en A, enz. zullen de ringen complementair geworden zijn van die tusschen A en 90° enz., dat is donkere en lichte ringen verwisselen voor A, A + 90°, enz. van plaats.

De uitdrukking voor de intensiteit, die ik boven gaf, liet zich daar $a = \cos\alpha$ en $b = \sin\alpha$ is, aldus schrijven:

$$\begin{aligned} J &= \cos(\alpha + \varphi)^2 + \tfrac{1}{2}\sin 2\alpha \sin 2\varphi\,(1 + \cos u) \\ &= \cos(\alpha + \varphi)^2 + \sin 2\alpha \sin 2\varphi\, 2\cos^2 \tfrac{1}{2} u \end{aligned}$$

maar, wanneer A het azimuth van den tweeden polariscoop is, dan is $\varphi = A - \alpha$; dus:

$$\begin{aligned} J &= \cos^2(\alpha + A - \alpha) + \sin 2\alpha \sin 2(A-\alpha)\cos^2 \tfrac{1}{2} u \\ &= \cos^2 A + \sin 2\alpha \sin 2(A-\alpha)\cos^2 \tfrac{1}{2} u; \end{aligned}$$

alleen het tweede lid zij hierin veranderlijk, terwijl $\cos^2 A$ standvastig blijft; dit tweede lid wordt 0 voor $\sin 2\alpha$ of $\sin 2(A-\alpha) = 0$ dat is voor $\alpha = 0°$, 90°, 180° en 270° en $\alpha = A$, 90° + A, 180° + A en 270° + A. Gedifferentiëerd geeft het:

$$\begin{aligned} &2\left[\cos 2\alpha \sin 2(A-\alpha) - \sin 2\alpha \cos 2(A-\alpha)\right]\cos^2 \tfrac{1}{2} u\, d\alpha \\ &= 2\sin 2(2\alpha - A)\cos^2 \tfrac{1}{2} d\alpha; \end{aligned}$$

zal deze differentiaal gelijk nul zijn dan moet $\sin 2(2\alpha - A) = 0$

dus $2\alpha - A = 0$, dus $\alpha = \frac{1}{2}A$, enz. zijn; dat is de maxima en minima in de ringen, volgen het vlak van den analysator met de halve hoek-snelheid. Onze complementaire ringen tusschen 0° en A enz. van zoo even vertegenwoordigen de donkere pluimen van het kruis.

12. Wanneer de optische as in de brekende vlakte ligt, geven de formulen IV, V en VI, wanneer $\varphi$ het azimuth der vlakte van inval is ten aanzien van de normale hoofdsnede van het kristalplaatje:
voor $\varphi = 0°$

$$R = \left(\frac{e}{b} - \frac{e}{a}\right) \sqrt{(1 - b^2 \sin^2 i)},$$

voor $\varphi = 45°$

$$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\tfrac{1}{2}}\sqrt{\left(1 - \cos(r+r'')\cos(r-r'')\right)},$$

waarin $\sin r = b \sin i$ en $\sin r'' = a \sin i$,

en voor $\varphi = 90°$

$$R = \frac{e}{b}\sqrt{1 - b^2 \sin^2 i} - \frac{e}{a}\sqrt{1 - a^2 \sin^2 i} = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\cos r''.$$

De voorname doorsnede van den uitwendigen invallenden straal maakt met het vlak van inval, dat in het azimuth $\beta$ ten aanzien van de normale voorname doorsnede ligt, den hoek $q$, terwijl $tg\, q = \frac{tg\,\beta}{\cos i}$ is.

Zoo lang het vlak van inval zamenvalt met de normale voorname doorsnede, is $\beta = 0$ en ook $q = 0$; wanneer $\beta = 90°$ en dus het vlak van inval loodregt staat op de normale voorname doorsnede is $q = \beta = 90°$. Voor deze beide uiterste gevallen is dus $q = \beta$; de grootste afwijkingen van $q$ en $\beta$ hebben dus plaats voor $\beta = 45°$ en bedragen zelfs voor $i = 20°$, volgens de berekeningen van Art. 7 ook daar nog niet veel.

Wanneer het polarisatie-vlak van het oorspronkelijke loodregte en parallel invallende licht in het azimuth $\gamma$ ten aanzien van de normale voorname doorsnede van ons kristalplaatje ge-

legen is, dan moet $\beta-\gamma$ in plaats van $\alpha$, in de formule (X) van Art. 6 worden gesubstitueerd; dan is $tg\,p = \frac{tg\,(\beta-\gamma)}{cos\,i}$, en $p$ is de hoek dien het vlak van inval maakt met het vlak gebragt door den invallenden straal en de doorsnede der brekende vlakte met het polarisatie-vlak van het oorspronkelijk parallel ingevallen licht, dat convergent gemaakt werd.

De voorname doorsnede van den invallenden straal maakt alzoo met het polarisatie-vlak, dat ik voor dien straal mij dacht, den hoek $q-p$. Nemen wij nu, even als boven, in plaats van $i$ weder $r = r'$ waarin $sin\,r = b\,sin\,i$ is, dan zijn onze waarden van $q$ en $p$ weder geldig voor de gebroken stralen. Het licht wordt bij de breking in twee deelen verdeeld, welke volgens twee onderling loodregte vlakken gepolariseerd zijn, die ter weerszijden van het polarisatie-vlak van den invallenden straal gelegen zijn. Alles komt hier nu aan op $q-p$, waarin wij dan voor $i$ den hoek $r$ in de plaats stellen. Bij benadering is:

$$tg\,(q-p) = \frac{tg\,q-tg\,p}{1+tg\,q\,.\,tg\,p} = cos\,r\cdot\frac{tg\,\beta-tg\,(\beta-\gamma)}{cos^2\,r+tg\,\beta\,.\,tg\,(\beta-\gamma)}$$

$$= \left(tg\,\gamma+\frac{r^2}{[1+tg\,\beta.tg\,(\beta-\gamma)]}\,tg\,\gamma\right)cos\,r$$

$$= cos\,r.\,tg\,\gamma\left(1+\frac{r^2}{1+tg\,\beta.tg\,(\beta-\gamma)}\right)$$

$$= tg\,\gamma\left(1-\tfrac{1}{2}r^2+\frac{r^2}{1+tg\,\beta.tg\,(\beta-\gamma)}\right)$$

eene waarde die weinig van $tg\,\gamma$ zal afwijken, zoolang $r$ klein blijft.

13. Stelt men in de algemeene formule (III) $i$ klein, zoodat men de vierde magten daarvan mag verwaarloozen, en neemt men

$$sin^2\,i = \frac{x^2+y^2}{D^2},\quad sin^2\,\varphi = \frac{y^2}{x^2+y^2}\quad\text{en}\quad cos^2\,\varphi = \frac{x^2}{x^2+y^2},$$

waarin D den afstand van het scherm voorstelt, waarop het

verschijnsel geprojecteerd wordt, dan verkrijgt men de bekende hyperbolen; het totale weg-verschil is namelijk:

$$R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\left[1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi)\right]}$$

$$= \frac{e}{b}\sqrt{(1-b^2\sin^2 i)} - \frac{e}{a}\sqrt{\left[1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi)\right]}$$

dus bij benadering:

$$R = \frac{e}{b}\left(1-\frac{b^2\,(x^2+y^2)}{2\,D^2}\right) - \frac{e}{a}\left(1-\frac{x^2+y^2}{2\,D^2}\left[\frac{a^2\,y^2}{x^2+y^2}+\frac{b^2\,x^2}{x^2+y^2}\right]\right)$$

dat is

$$R = \frac{e}{b} - \frac{e}{a} - \frac{eb\,(x^2+y^2)}{2\,D^2} + \frac{ea\,y^2}{2D^2} + \frac{eb^2\,x^2}{a\,2D^2};$$

dus

$$R = e\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right) + \frac{e\,(b^2-ab)}{2\,a\,D^2}\,x^2 + \frac{e\,(ab-b^2)}{2\,b\,D^2}\,y^2,$$

waarin de teekens der coëfficiënten van $x^2$ en $y^2$ blijkbaar verschillen. Wij zullen ons echter hierbij niet langer ophouden, daar men deze geheele beschouwing overal en ook bij BILLET terugvindt.

Ik bepaal mij liever tot een voorbeeld:

Voor de streep $14\,\alpha\,\gamma$ vond ik voor IJslandsch spath, bij vorige onderzoekingen, bij 24° C.:

$$n^o = \frac{1}{b} = 1.65845 \text{ en } n^e = \frac{1}{a} = 1.48638$$

en voor kwarts bij 24° C.:

$$n^o = \frac{1}{b} = 1.54419 \text{ en } n^e = \frac{1}{a} = 1.55329$$

alzoo voor spath $\frac{1}{b}-\frac{1}{a} = 0.17207$ en voor kwarts $\frac{1}{b}-\frac{1}{a} = -0.00910$.

De golflengte voor $14\,\alpha\,\gamma$ in lucht bij 24° C. is

$$= 0.000589537 \text{ mm.}$$

Stel $e = 2^{mm}$; voor $i = 0°$, geeft spath:

$$R = 2\,(0.17207) = 0.34514 \text{ mm.}$$

en kwarts:

$$R = -2\,(0.00910) = -0.01820 \text{ mm.};$$

dat is voor spath vrij nabij 737 golflengten en voor kwarts omtrent −30.9 golflengten.

Naauwkeuriger vindt men voor kwarts, voor

$$i = 0° \quad R = -30.87 \text{ golfl.}$$

en voor $i = 20°$, naar IV, V en VI:

bij $\varphi = 0°$ $R = -30.10$

$\varphi = 45°$ $R = -30.84$

$\varphi = 90°$ $R = -31.64$.

Men ziet hieruit hoe weinig R betrekkelijk, zelfs tot $i = 20°$ toe, voor zulk een kwarts-plaatje in de verschillende rigtingen verandert. Voor $\varphi = 0°$ of 90° zelfs, waar de verandering nog het snelste is, moet de hoek van inval van 0° tot meer dan 20° klimmen om de af- of toe-name van eene enkele golflengte in het weg-verschil te erlangen; blijkbaar zal dat weg-verschil dan voor hoeken die onderscheidene graden van elkander verschillen wel als constant kunnen worden beschouwd.

Beschouwen wij nu een spath-plaatje loodregt op de as van dezelfde dikte van 2 mm, dan is het weg-verschil voor $i = 0°$ ook gelijk 0; maar voor $i = 20°$ vindt men, naar de formule

$$R = \frac{e}{b}(\cos r - \cos r''), \qquad R = +29.89 \text{ golfl. van } 14\alpha\gamma.$$

Bij 20° ligt dus hier reeds de dertigste donkere ring en het weg-verschil verloopt zeer snel voor eene kleine verandering in den hoek van inval.

14. Leggen wij nu het kwarts-plaatje op het spath-plaatje, dan laat zich bij naauwkeurige kennis hunner dikten ligt voor iedere waarde van $\varphi$ de hoek van inval berekenen, waarbij volkomene onderlinge compensatie van beider weg-verschillen plaats heeft; voor de plaatjes, die wij tot voorbeeld kozen, stellen wij dat zulks bij $i = 20°$ optreedt. Wanneer wij nu de as of de normale voorname doorsnede van het kwarts-plaatje brengen in het azimuth van 45° ten aanzien van het vlak van polarisatie van het invallende licht, dan geeft dit kwarts-plaatje op elk punt zijner oppervlakte al zeer nabij twee stralen van gelijke intensiteit, met een weg-verschil R, wier vlakken van

polarisatie een hoek van 45° regts en links maken met het oorspronkelijke polarisatie-vlak.

Voor het loodregt op de as gesneden spath-plaatje zullen, voor datzelfde azimuth van 45° de polarisatie-vlakken der beide stralen, waarin de invallende straal verdeeld wordt, volkomen zamenvallen met de polarisatie-vlakken der beide stralen van het daaronder of daarop gelegen kwarts-plaatje. Voor rigtingen links en regts van het azimuth 45° gaan de polarisatie-vlakken van het spath-plaatje, die steeds met het azimuth mededraaijen al meer en meer afwijken van de polarisatie-vlakken van het ondergelegen kwarts-plaatje, die immers voor kleine waarden van $i$ bijna constant de rigting van de normale voorname hoofdsnede van dit plaatje en van het vlak daar loodregt op behouden.

Op 45° links of regts van die rigting waarvan wij uitgingen, vervallen wij in het polarisatie vlak van den invallenden straal en in het vlak loodregt daarop. Ons kwarts-plaatje geeft dan nog steeds zijne twee stralen, wier polarisatie-vlakken links en regts 45° van dat primitieve polarisatie-vlak afwijken, met een weg-verschil van omstreeks 30 golflengten. Het spath-plaatje geeft voor die beide rigtingen slechts één straal gepolariseerd volgens zijne voorname doorsnede of loodregt daarop. Bedraagt het weg-verschil der beide stralen van het kwartsplaatje voor een van deze twee vlakken juist een oneven aantal halve golflengten, dan baat het weinig of het spath-plaatje het licht al door laat, want de straal is dan reeds geheel uitgedoofd voor hij in dit plaatje binnentreedt.

15. Ontleden wij nu het licht, dat de beide plaatjes doorloopen heeft, door een tweeden polariscoop wiens vlak van polarisatie loodregt of gekruist staat op dat van den eersten, dan hebben wij in het gewone daglicht vooreerst vijf of zes gewone ringen van het spath-plaatje, doorsneden door het bekende zwarte kruis, welks armen met de polarisatie-vlakken der beide polariscopen zamenvallen, alles echter zeer flaauw en naauwelijks zigtbaar, wanneer de optische as van het kwarts plaatje zeer nabij het azimuth van 45° ligt. De volgende ringen zijn geheel onzigtbaar, totdat wij onder een hoek van inval van omtrent 20° vooral in de rigting van de as van het kwarts-plaatje weder een geheel stel van zeer duidelijke ringen — ik telde er

14 — zien optreden, die wel omstreeks den dertigsten ring van het spath-plaatje zullen liggen. Deze ringen ontstaan nu hierdoor, dat bij die as het hoofdzakelijk weg-verschil tusschen de beide zamenstellende stralen van het spath-plaatje, door het kwarts-plaatje gecompenseerd wordt; zij berusten dus op een overschot van weg-verschil ten bedrage van 0, 1, 2, 3, enz. halve golflengten. Zij zijn zeer fijn en digt op elkander gelegen en behouden daarin het scherpe karakter, dat aan hunnen hoogen rang toekomt.

Daarenboven hebben deze ringen nog de eigenaardigheid van gewone interferentie-strepen, namelijk dat zij aan beide zijden van den middensten helderen ring symmetrisch zijn, en achtervolgens op dezelfde wijze als de doorgelaten ringen van NEWTON opklimmen. In de rigting van het donkere kruis bemerkt men natuurlijk eene afbreking van die additioneele ringen. In de rigting loodregt op de as van het kwarts-plaatje heeft, zoo als van zelf spreekt, in plaats van geheele of gedeeltelijke aftrekking, totale optelling der weg-verschillen plaats; hier moeten die ringen dus geheel verdwijnen. Zij loopen van de beide eindpunten der as links en regts al flaauwer en flaauwer uit, tot nabij de eindpunten van de rigting loodregt op de as, met eene korte afbreking voor de armen van het donkere kruis. Dat zij in zoo groot aantal zigtbaar worden, ligt alleen aan de zeer langzame verandering in het weg-verschil, dat door het kwarts-plaatje wordt voortgebragt. Zij staan in oorsprong gelijk met al die interferentie-strepen, die bij een groot onderling weg-verschil der interfereerende stralen weêr in het midden van het veld gebragt worden door aan den geavanceerden straal een groot standvastig gedeelte van zijne winst te ontnemen.

Stelt men de polarisatie-vlakken van beide polariscopen evenwijdig, dan heeft men dezelfde verschijnselen; alleen wordt het zwarte kruis vervangen door een met verlichte armen, die echter evenzoo door eene afbreking in de additioneele ringen hunnen invloed doen gevoelen.

Wanneer het azimuth eener voorname doorsnede van het spath-plaatje ten aanzien van de normale voorname doorsnede van het kwarts-plaatje grooter is dan 45°, mag men aannemen, dat de polarisatie-vlakken der beide stralen, die uit het ondergelegen kwarts-plaatje komen, links en regts van deze voorname

doorsnede liggen, dat alzoo die voorname doorsnede tusschen beiden in ligt. Maar dan zullen ook voor alle azimuthen kleiner dan 45° de polarisatie-vlakken van beide bedoelde stralen van het kwarts-plaatje aan denzelfden kant van de voorname doorsnede van het spath-plaatje vallen. In het eerste geval zijn dan de hoeken tusschen die polarisatie-vlakken en die voorname doorsnede $\psi$ en $90°-\psi$ en in het tweede $\psi'$ en $90°+\psi'$. Hieruit vloeit voort, dat de ontbondenen van beide kwarts-stralen volgens die voorname doorsnede in het eerste geval zamenwerken en in het tweede geval elkander verzwakken of omgekeerd, en dat dus, al naar gelang het oorspronkelijk door het kwarts-plaatje voortgebragte weg-verschil een even of een oneven aantal halve golflengten bedraagt, of de eene of de andere der door het kruis in onze additioneele ringen voortgebragte afbrekingen bij den parallelen stand der polariscopen nog donker zijn zal.

Dat tot op betrekkelijk kleinen afstand van de loodlijn op de as van het kwarts-plaatje onze additioneele ringen nog zwak zigtbaar zijn — niettegenstaande voor die lijn zelve volkomen verwisseling der rollen plaats heeft van versnelden en vertraagden kwarts-straal ten aanzien van de hoofdsnede van het spath-plaatje — zulks bewijst: dat de kleine ontbondenen van den versnelden kwarts-straal volgens die voorname spath-doorsnede en van den vertraagden volgens het vlak loodregt daarop nog intensiteit genoeg bezitten om de ringen van het spath te doen uitkomen.

16. Even goed als een plaatje evenwijdig aan de as uit het positieve kwarts gesneden, even goed zoude ook een plaatje evenwijdig aan de as uit een negatief kristal, b.v. kalk-spath gesneden het verschijnsel kunnen geven; maar dan zoude dit kalkspath-plaatje, volgens de berekening van boven, omtrent 25 malen dunner dan het kwarts-plaatje moeten zijn, dus ongeveer maar $^1/_{10}$ van een millimeter dik, om den dertigsten ring van het 2 millimeter dikke loodregt op de as gesneden spath-plaatje zigtbaar te maken. Evenzoo zoude een kwarts-plaatje, dat evenwijdig aan de as gesneden is, de hoogere ringen zigtbaar kunnen maken van een ander kwarts-plaatje dat loodregt op de as gesneden is; maar dan zoude ook het laatste plaatje wel dertig malen dikker dan het eerste mogen zijn. Voor beide deze gevallen, waar plaatjes van gelijknamige kris-

tallen op elkander gelegd worden, zoude alleen deze verandering in het verschijnsel plaats hebben, dat de additioneele ringen nu het intensiefst werden in de rigting van de lijn, die loodregt op de as van het parallele plaatje staat. Wanneer men de hoogere ringen van een kwarts-plaatje zigtbaar wilde maken door een evenwijdig aan de as gesneden spath-plaatje zoude de verhouding der dikten nog grooter moeten zijn; maar de ringen zouden weêr het best zigtbaar zijn in de rigting der as van het parallel gesneden plaatje.

Practisch nut heeft het hier behandelde verschijnsel in zoo ver, dat ik voor de gewoonlijk regthoekige plaatjes, die evenwijdig aan de as gesneden zijn, vooronderstelde dat het kwartsplaatjes zijn, terstond de rigting van de as vind, door ze met een loodregt op de as gesneden spath-plaatje in eene tourmalijntang te brengen. Evenzoo kan men voor een evenwijdig aan de as gesneden plaatje, wanneer de ligging der as bekend is, door het met een loodregt op de as gesneden plaatje van een kristal van bekend karakter te verbinden, terstond uitmaken, of het positief of negatief is. Wanneer men namelijk de plaatjes maar in die relatieve dikten heeft, waarbij de hier besproken ringen optreden. Ik vermoed dat hiervan ook nog wel voordeel zal te trekken zijn voor de twee-assige kristallen.

17. Wanneer men twee evenwijdig aan de as gesneden plaatjes van ongelijke dikte op elkander legt en daarbij hunne assen loodregt op elkander stelt, dan is de door hen te weeg gebragte versnelling van den eenen straal op den anderen, in de beide hoofdrigtingen, naauwkeurig gelijk aan die van een enkel plaatje, welks dikte gelijk is aan het verschil hunner dikten en waarvan de as in rigting zamenvalt met die van het dikste. Ondersteld dus dat deze plaatjes uit kwarts zijn gesneden en dat hunne assen, om het verschijnsel zoo duidelijk mogelijk te doen optreden, op 45° links en regts van het vlak van polarisatie van den invallenden straal liggen, dan kan men daarop weder een loodregt op de as gesneden spath-plaatje leggen; bij het zien door den tweeden polariscoop zal men dan weder onze gedeeltelijk versterkte ringen waarnemen, die nu, wanneer het verschil in dikte maar gering is, tot de orde der gewoonlijk zigtbare zullen zijn afgedaald en in de rigting der as van het

dikste plaatje versterkt zullen zijn. Draait men nu een der beide kwarts-plaatjes, bij voorkeur het dunste, zoodanig, dat zijne as al vrij digt bij het vlak van polarisatie van den eersten of tweeden der onderling loodregte of evenwijdige polariscopen komt, dan blijft men, hoewel zwakker, nog diezelfde locale versterking en kleurs-verandering in de ringen van lagere orde waarnemen; maar daarenboven treden de additioneele stelsels van ringen van veel hoogere orde voor ieder plaatje afzonderlijk op een betrekkelijk geringen afstand van elkander te voorschijn. Op nog veel grooter afstand van het centrum dan deze beide laatste, ziet men dan nog een derde stelsel van zeer fijne, scherp begrensde, gedeeltelijk versterkte ringen optreden; dit ontstaat uit de sommatie van de dikten der beide plaatjes, dat is uit de optelling der vertragingen of versnellingen door ieder hunner afzonderlijk voortgebragt. Immers, naar het beginsel der superpositie van kleinste bewegingen, kunnen wij in het uit het tweede kwarts-plaatje naar buiten tredende licht vier stralen met verschillende anomalieën onderscheiden; deze vier stralen geven, door alle mogelijke combinaties, bij interferentie vooreerst de verschijnselen die aan ieder plaatje afzonderlijk toebehooren en verder die, welke uit aftrekking en optelling hunner versnellingen of vertragingen ontstaan; het hangt daarbij alleen af van den onderlingen stand der normale hoofd-doorsneden en de daarmede zamenhangende intensiteit van het licht en stand van de polarisatie-vlakken der gebroken stralen, in welke rigting òf het eene òf het andere van die vier interferentie-verschijnselen domineert. Ik zie geene noodzakelijkheid om een en ander hier door berekening toe te lichten, te minder daar dit betoog zoo ligt niet zoude zijn; terwijl het experiment duidelijk genoeg spreekt. Juist de naauwkeurige berekening van den relatieven stand der polarisatie-vlakken van de invallende en gebroken stralen onderling zoude de grootste moeijelijkheden opleveren. Later kom ik voor soortgelijke verschijnselen nog eens hierop terug.

Het spath-plaatje treedt hier eigenlijk als hulpmiddel op om de rigtingen op te sporen, waarin elk van die vier mogelijke interferentie-verschijnselen het sterkst is. Men zal, ook bij den tweeden stand van het relatief gedraaide kwarts-plaatje, gemak-

kelijk waarnemen, dat de ringen eenigszins misvormd of liever niet cirkelvormig zijn; die van lagere orden zijn in het vlak van polarisatie van het invallende licht reeds eenigszins gerekt of elliptisch geworden; en de stelsels van additioneele ringen die door ieder plaatje afzonderlijk ontstaan, wijken in diezelfde rigting in hun verloop van elkander af en toonen daardoor aan, dat ook zij wel wat elliptisch zijn. Al die afwijkingen van den cirkelvorm ontstaan hieruit, dat het wegverschil in de rigting van de normale hoofdsnede van zulk een kwarts-plaatje langzaam afneemt en in de rigting loodregt daarop evenzoo langzaam toeneemt. Bij een enkel plaatje van zulk eene dikte van $2^{mm}$ bemerkt men die afwijking niet, omdat men niet kan vergelijken; hier komt zij terstond voor den dag, door de tegenstelling, die de twee op elkander gelegde plaatjes voortbrengen, waardoor terstond de gelegenheid tot comparatie bij de hand is.

Het spreekt wel van zelf, dat ik hier mijne waarnemingen met gewoon daglicht beschrijf; met homogeen sodium-licht zoude men zulk eene menigte gelijk-gekleurde ringen waarnemen, dat de bedoelde bijzonderheden daarin wierden opgelost.

18. Legt men van hetzelfde kristal twee even dikke plaatjes op elkander, waarvan een loodregt op en het andere evenwijdig aan de as gesneden is, dan heeft men voor het wegverschil in de rigting waarin de as van 't laatste ligt, volkomen correct:

$$R^x = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{b}\cos r'' + \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\cos r = e\left(\frac{2}{b}\cos r - \frac{1}{b}\cos r'' - \frac{1}{a}\cos r\right)$$

$$= e\left(\frac{2\cos r \,.\, \sin i}{\sin r} - \frac{\sin i \cos r''}{\sin r} - \frac{\sin i \cos r}{\sin r''}\right)$$

$$= \frac{e}{\sin r \sin r''}\left(2\cos r \sin i \sin r'' - \sin i \cos r'' \sin r'' - \sin i \cos r \sin r\right)$$

$$= \frac{e \sin i}{\sin r \sin r''}\left(2\cos r \sin r'' - \tfrac{1}{2}\sin 2r'' - \tfrac{1}{2}\sin 2r\right)$$

$$= \frac{e}{ab \sin i}\left(2\cos r \sin r'' - \tfrac{1}{2}\sin 2r'' - \tfrac{1}{2}\sin 2r\right).$$

Even naauwkeurig heeft men voor de rigting loodregt op die as:

$$R' = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{b}\cos r'' - \frac{e}{b}\cos r + \frac{e}{a}\cos r'' = e\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\cos r''$$

$$= e\left(\frac{\sin i}{\sin r''} - \frac{\sin i}{\sin r}\right)\cos r'' = \frac{e}{ab\sin i}(\sin r - \sin r'')\cos r''.$$

Beide formulen geven echter tot geene bijzondere beschouwingen aanleiding.

Legt men twee even dikke evenwijdig aan de as gesneden plaatjes gekruist op elkander, dan heeft men, wanneer de vlakken van inval, waarin de assen liggen, juist 90° maken, voor het wegverschil in deze vlakken:

$$\pm R = \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\cos r - \frac{e}{b}\cos r + \frac{e}{a}\cos r'' = \frac{e}{a}(\cos r'' - \cos r).$$

Dit is natuurlijk de uitdrukking, die men vindt wanneer men voor eenzelfde waarde van $i$ eenvoudig de wegverschillen van elkander aftrekt, die gelden wanneer het vlak van inval door de optische as gaat en wanneer het loodregt daarop staat.

Vergelijkt men deze waarde met die voor het wegverschil van een plaatje loodregt op de as, dat dezelfde dikte heeft, bij denzelfden hoek van inval $i$, dan bevindt men dat beiden tot elkander staan als $\frac{\frac{1}{a}}{\frac{1}{b}}$ of $\frac{b}{a}$, dat is, als de buitengewone en gewone indices van breking, en van tegengesteld teeken zijn. Kan men dus die wegverschillen juist bepalen en op de dikte der plaatjes vertrouwen, dan kan men uit den bekenden gewonen index, den buitengewonen afleiden. Niettegenstaande de practische moeijelijkheden kon het zijn, dat men een soortgelijken regel voor dunne plaatjes van twee-assige kristallen vond, die voor kleine deelen van kristallen nog bruikbare uitkomsten vermogt te leveren.

Bezigt men, om de proef voor één-assige kristallen nog anders voor te stellen, twee prisma's — een compensator van BABINET — waarvoor de optische as in het eene prisma evenwijdig

loopt aan de brekende ribbe en in het andere prisma loodregt op die ribbe staat, terwijl de beide prisma's volkomen gelijk geslepen zijn en neemt men verder een plaatje loodregt op de as uit hetzelfde kwarts-kristal gesneden, dan kan men de prisma's op elkander verschuiven en de dikten van beide stukken gelijkelijk laten toenemen, totdat het wegverschil in het daarvoor geplaatste loodregt op de as gesneden plaatje voor alle hoeken van inval volkomen gecompenseerd wordt. Dit zal blijken door een geheel verlichte of kleurlooze middellijn, die al de ringen doorsnijdt en natuurlijk evenwijdig aan de brekende ribbe der prisma's loopt; de dikte van het plaatje loodregt op de as zal dan staan tot de gezamenlijke dikte der beide prisma's, met welke die middellijn correspondeert, als de buitengewone index van refractie tot tweemaal den gewonen.

19. De algemeene formule voor het wegverschil van twee aldus regthoekig gekruiste platen, die evenwijdig aan de as gesneden zijn is:

$$\begin{aligned}
R &= \frac{e}{b}\cos r - \frac{e}{a}\sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi)\right)} \\
&\quad - \frac{e}{b}\cos r + \frac{e}{a}\sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi)\right)} \\
&= \frac{e}{a}\Big\{\sqrt{(1-\sin^2 i\,(a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi))} \\
&\quad - \sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi^2)\right)}\Big\} \\
&= \frac{e}{a}\Big\{\sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2 + (b^2-a^2)\sin^2\varphi)\right)} \\
&\quad - \sqrt{\left(1-\sin^2 i\,(a^2 + (b^2-a^2)\cos^2\varphi)\right)}\Big\};
\end{aligned}$$

dus, bij benadering:

$$\begin{aligned}
R &= \frac{e}{a}\Big\{\sqrt{(1-a^2\sin^2 i)} - \frac{\frac{1}{2}(b^2-a^2)\sin^2\varphi\sin^2 i}{\sqrt{(1-a^2\sin^2 i)}} \\
&\quad - \sqrt{(1-a^2\sin^2 i)} + \frac{\frac{1}{2}(b^2-a^2)\cos^2\varphi\sin^2 i}{\sqrt{(1-a^2\sin^2 i)}}\Big\}
\end{aligned}$$

of

$$R=\frac{e}{a}\left(\cos r''-\frac{\frac{1}{2}(b^2-a^2)\sin^2\varphi\sin^2 i}{\cos r''}-\cos r''+\frac{\frac{1}{2}(b^2-a^2)\sin^2 i\cos^2\varphi}{\cos r''}\right)$$

$$=\frac{e}{a}\cdot\frac{\cos 2\varphi}{2\cos r''}\sin^2 i\,(b^2-a^2)=\frac{e}{a^2}\frac{\cos 2\varphi\sin i\,tg\,r''}{2}(b^2-a^2);$$

dit geeft voor het scherm, dat op den afstand D geplaatst is, wanneer men nog $tg\,r''=\sin i$ stelt:

$$R=\frac{e}{a^2}\frac{x^2+y^2}{D^2+x^2+y^2}\frac{(b^2-a^2)}{2}\left(\frac{x^2}{x^2+y^2}-\frac{y^2}{x^2+y^2}\right)$$

of, nog verder bekortende:

$$R=\frac{e}{a^2}\frac{x^2+y^2}{D^2}\left(\frac{b^2-a^2}{2}\right)\left(\frac{x^2}{x^2+y^2}-\frac{y^2}{x^2+y^2}\right)$$

$$=\frac{e}{2\,D^2\,a^2}(b^2-a^2)\,(x^2-y^2),$$

dus

$$R\times\frac{2\,D^2\,a^2}{e\,(b^2-a^2)}=x^2-y^2.$$

Deze vergelijking geeft gelijkzijdige hyperbolen; in de eerste plaats zoude hierin dan nog het eerste lid met $\frac{\sin i}{tg\,r''}$ moeten worden vermenigvuldigd; naarmate $b^2-a^2$ grooter wordt en de dikte der platen toeneemt, komen deze hyperbolen beter in het gezigts-veld.

De tweede hyperbool wordt hier, zooals boven, natuurlijk gevonden door R negatief te stellen.

Het kegelvlak, dat de invallende stralen omvat, die eenzelfde wegverschil geven, laat zich construeren door de berekening der formule:

$$C=\frac{e}{a}\left\{\sqrt{\left(1-\sin^2 i\left(a^2+(b^2-a^2)\sin^2\varphi\right)\right)}\right.$$

$$\left.-\sqrt{\left(1-\sin^2 i\left(a^2+(b^2-a^2)\cos^2\varphi\right)\right)}\right\};$$

deze geeft eene vierde-magtsvergelijking voor $\sin i$, van den tweede-magtsvorm; en daaruit voor ieder azimuth twee waarden van $\sin i$, die met tegengestelde teekens aan elkander gelijk zijn en afhangen van $\cos^2 2\varphi$; voor $\varphi = 45°$ wordt het tweede lid gelijk nul; dus $i$ onbestaanbaar.

20. Het wegverschil is hier voor de normaal doorgelaten stralen en voor de asymptoten der hyperbolen gelijk aan nul. — Voor een enkel plaatje heeft het voor de normaal doorgelaten stralen de middenwaarde, van welke het voor de eene reeks van hyperbolen, die de as van het plaatje tot bestaanbare as hebben, regelmatig afneemt, terwijl het voor de andere reeks van hyperbolen, die de loodlijn op de optische as tot bestaanbare as hebben, even regelmatig toeneemt; voor de gemeenschappelijke asymptoten van al deze hyperbolen geldt dan weêr standvastig diezelfde middenwaarde van de normaal doorgelaten stralen. Aan den eenen kant van eenige asymptoot neemt dit verschil dus regelmatig af en aan den anderen regelmatig toe. — Zoo ook heeft men voor de gekruiste even dikke plaatjes aan den eenen kant der asymptoot negatieve en aan den anderen kant positieve wegverschillen. Voor gekruiste plaatjes van ongelijke dikte, die evenzeer nog hyperbolen geven, wordt de verdeeling der wegverschillen gewijzigd.

Nemen wij tot voorbeeld weder ons kwarts-plaatje, dat $2^{mm}$ dik is, van zoo even; in de rigting der as neemt het wegverschil bij toenemenden hoek van inval af, zoodat, wanneer het voor normale stralen 30,87 golflengten bedraagt, het voor $i = 60°$ tot 25,56 golfl. is afgenomen; in de rigting loodregt op de as neemt het daarentegen met $i$ toe, zoodat, wanneer het voor $i = 0°$ weder 30,87 golfl. bedraagt, het voor $i = 60°$ bereids tot 37,21 golfl. is toegenomen. Leggen wij nu twee plaatjes met regthoekig gekruiste assen op elkander, waarvan het eene $2^{mm}$ en het andere maar $1{,}7^{mm}$ dik is, dan is voor de normaal invallende stralen het wegverschil nog $30{,}87 - \frac{1{,}7}{2}\,30{,}87 = 30{,}87 - 26{,}24$ $= 4{,}63$ golflengten. De 26,24 golfl. van het dunste plaatje zijn voor $i = 60°$, in de rigting der as 21,73, en in de rigting loodregt daarop 31,63 geworden. Volgen wij nu de as van het dikste plaatje, die met de lijn loodregt op de as van

het dunnere zamenvalt. Voor normale stralen wordt de straal, die volgens het normaal-vlak gaande door de as van het dikste plaatje gepolariseerd is, inderdaad 30,87 $\lambda$ vertraagd, doch door het dunnere plaatje weder 26,24 $\lambda$ versneld, hetgeen eene vertraging geeft van 4,63 $\lambda$; maar voor $i = 60°$ wordt diezelfde straal door het dikste maar 25,56 $\lambda$ vertraagd en door het dunnere 31,63 $\lambda$ versneld, gevende eene versnelling van 6,07 $\lambda$. Wij hebben dus hier een overgang van eene vertraging tot eene versnelling, van $-4{,}63\,\lambda$ tot $+6{,}07\,\lambda$; ergens tusschen beiden gaat de waarde dus door 0. Wij hebben alzoo eerst vijf hyperbolen te verwachten, die de as van het dikste plaatje tot bestaanbare as hebben voor de wegverschillen $4\lambda$, $3\lambda$, $2\lambda$, $\lambda$ en 0 negatief genomen, en dan vijf hyperbolen voor de wegverschillen $\lambda$ tot $5\lambda$ positief genomen en verder alle volgende met positief wegverschil; dat is eene reeks van hyperbolen waarin de 1ste en de 9de, de 2de en de 8ste, de 3de en de 7de en eindelijk de 4de en de 6de aan elkander gelijk zijn, dat is gekleurde ringen van dezelfde orde van NEWTON voorstellen, terwijl de 5de door twee even donkere hyperbolen begrensd zal zijn. Maar de hyperbolen met vertraging, die hier bijgekomen zijn, zullen van de andere reeks die de optische as van het dunnere plaatje tot bestaanbare as hebben, zijn afgetrokken; dat is, deze laatste zullen terstond met een wegverschil van $5\lambda$ aanvangen en als ringen van hoogere orde moeijelijk zigtbaar zijn. Inderdaad vond ik ook het verschijnsel zoo met twee kwarts-plaatjes, die ongeveer zooveel in dikte verschilden, als ik hier vooronderstelde; zeer schuin door de tusschen de herapathit-tang geplaatste plaatjes ziende, vond ik in de rigting der optische as van het dikste plaatje eerst de toppen van wel zes of zeven hyperbolen met vertraging van den volgens het vlak van die as gepolariseerden straal; dan die van een paar zeer donkere hyperbolen en daarop die van de gewone, welke uit versnelling van dienzelfden straal ontstonden; terwijl ik zelfs bij de scheefste stelling in de rigting der as van het dunste plaatje niets kon waarnemen.

De formule voor het wegverschil is, de dikte van het dikste plaatje $e$ en die van het dunste $e'$ noemende, hier eenvoudig deze:

$$R = e\ \{\frac{1}{b}\cos r - \frac{1}{a}\sqrt{(1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi))}\}$$

$$-e'\ \{\frac{1}{b}\cos r - \frac{1}{a}\sqrt{(1-\sin^2 i\,(a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi))}\}$$

$$= (e-e')\frac{1}{b}\cos r + \frac{e'}{a}\sqrt{((1-\sin^2 i\,(a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi))}$$

$$-\frac{e}{a}\sqrt{(1-\sin^2 i\,(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi)}$$

$$= (e-e')\frac{1}{b}\cos r + \frac{e'}{a}\sqrt{(1-\sin^2 i\,(a^2 + (b^2-a^2)\sin^2\varphi))}$$

$$-\frac{e}{a}\sqrt{\{1-\sin^2 i\,(a^2 + (b^2-a^2)\cos^2\varphi)\}};$$

dat is, de wortels benaderende:

$$R = (e-e')\frac{1}{b}\cos r + \frac{e'}{a}\cos r'' - \frac{e'}{a}\frac{(b^2-a^2)\sin^2\varphi}{2\cos r''}\sin^2 i$$

$$-\frac{e}{a}\cos r'' + \frac{e}{a}\frac{(b^2-a^2)\cos^2\varphi}{2\cos r''}\sin^2 i$$

$$= \frac{e-e'}{b}\cos r + \frac{e'-e}{a}\cos r'' + \frac{e\cos^2\varphi - e'\sin^2\varphi}{2\cos r''}\frac{b^2-a^2}{a}\sin^2 i$$

$$= (e-e')\left(\frac{\cos r}{b} - \frac{\cos r''}{a}\right) + \frac{e\cos^2\varphi - e'\sin^2\varphi}{2\cos r''}\frac{b^2-a^2}{a}\sin^2 i;$$

dat is, ook nog $\cos r$ en $\cos r''$ ontwikkelende en daarbij evenzeer de vierde magten van $\sin i$ verwaarloozende:

$$R=(e-e')\left(\frac{1-\frac{1}{2}b^2\sin^2 i}{b} - \frac{1-\frac{1}{2}a^2\sin^2 i}{a}\right) + \frac{e\cos^2\varphi - e'\sin^2\varphi}{a}(b^2-a^2)\sin^2 i$$

$$=(e-e')\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} + \tfrac{1}{2}(a-b)\sin^2 i\right) + \frac{e\cos^2\varphi - e'\sin^2\varphi}{a}(b^2-a^2)\sin^2 i$$

$$=(e-e')\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right) + \sin^2 i\left\{\tfrac{1}{2}(e-e')(a-b) + \frac{e\cos^2\varphi - e'\sin^2\varphi}{a}(b^2-a^2)\right\};$$

of, voor het scherm op den afstand D, en regtlijnige coördinaten invoerende:

$$R=(e-e')\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)+\frac{x^2+y^2}{D^2}\left\{\tfrac{1}{2}(e-e')(a-b)+\left(e\frac{x^2}{x^2+y^2}-e'\frac{y^2}{x^2+y^2}\right)\frac{b^2-a^2}{a}\right\}$$

$$=(e-e')\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)+\frac{\frac{1}{2}(e-e')(a-b)}{D^2}(x^2+y^2)+\frac{e\,x^2-e'\,y^2}{D^2}\cdot\frac{b^2-a^2}{a}$$

$$=(e-e')\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)+\frac{x^2}{D^2}\left\{\tfrac{1}{2}(e-e')(a-b)+\frac{e(b^2-a^2)}{a}\right\}$$

$$+\frac{y^2}{D^2}\left\{\tfrac{1}{2}(e-e')(a-b)-\frac{e'(b^2-a^2)}{a}\right\}.$$

Deze vergelijking geeft weder de beide hyperbolen; de coëfficiënt van $x^2$ is positief; die met bestaanbare as van $x$ hebben $R-(e-e')\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$ steeds positief, en omvatten dus ook die enkele, waarin R negatief en kleiner dan $(e-e')\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$ is; want deze laatste uitdrukking is voor kwarts, dat $\frac{1}{b}$ kleiner dan $\frac{1}{a}$ heeft, immer negatief, omdat $e$ grooter dan $e'$ ondersteld wordt. De hyperbolen met bestaanbare as van $y$ omvatten al de andere waarden van $R-(e-e')\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$, waarin R negatief is. De as van $x$ is hier de optische as van het dikste plaatje.

21. Voor een plaatje, dat onder een hoek van 45° met de optische as gesneden is, geeft de formule van art. 5:

$$R=\frac{e}{b}\cos r-\frac{e\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\sqrt{\left(1-a^2\sin^2 i\sin^2\varphi-\frac{2\,a^2\,b^2\cos^2 q\,\sin^2 i}{a^2+b^2}\right)}$$

$$-e\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\cos q\,\sin i;$$

dat is, de tweede magten van $sin^2 i$ verwaarloozende en den wortel ontwikkelende, waarbij ook $cos\, r$ in $sin\, i$ wordt uitgedrukt:

$$\frac{R}{e} = \left(\frac{1}{b} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right) - \left(\frac{b}{2} - \frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}\, sin^2\varphi \right.$$
$$\left. - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\, cos^2\varphi\right) \frac{x^2+y^2}{D^2+x^2+y^2}$$
$$- \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\, cos\varphi \cdot \frac{\sqrt{(x^2+y^2)}}{\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}},$$

waarin, den afstand van het scherm D noemende, $sin\, i$ door hare waarde vervangen is. Stellende nu hierin nog de waarden $sin^2\varphi = \frac{y^2}{x^2+y^2}$ en $cos^2\varphi = \frac{x^2}{x^2+y^2}$, dan wordt de uitdrukking:

$$\frac{R}{e} = \left(\frac{1}{b} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right) - \left(\frac{b}{2} - \frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}\right) \frac{y^2}{D^2+x^2+y^2}$$
$$- \left(\frac{b}{2} - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right) \frac{x^2}{D^2+x^2+y^2} - \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2} \frac{x}{\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}}.$$

Voor $x$ en $y$ gelijk nul, dat is voor den normalen straal, is:

$$R = e\left(\frac{1}{b} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right).$$

De oorsprong van telling kan op de as van $x$ worden verlegd, zoodat de derde term van het tweede lid wegvalt; wanneer wij den afstand van den nieuwen oorsprong tot den eersten, dat is tot het punt, waar de normaal doorgaande straal het scherm treft, voorstellen door $p$, dan is:

$$p = -\frac{\frac{a^2-b^2}{(a^2+b^2)\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}}}{\frac{2\left(\frac{b}{2} - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)}{D^2+x^2+y^2}} = -\frac{\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}}{2\left(\frac{b}{2} - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)}.$$

De oorsprong moet dus in de rigting tegengesteld aan die waarin de as ligt, de uitgestrektheid $-p$ verplaatst worden. Voor kwarts zullen wij vinden, dat de waarde van $p$ positief is en dus de verplaatsing moet geschieden in de rigting, waarin die optische as ligt, en dat verder die nieuwe oorsprong verre buiten het gezigtsveld valt.

Substituëren wij nu deze waarde van $p$ in de waarde van $\frac{R}{e}$ en vervangen wij de oude $x$ door de nieuwe $x'$, dan wordt:

$$\frac{R}{e}-\left(\frac{1}{b}-\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right)+\frac{\left(\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\right)^2}{4\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)}-\frac{\left(\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\right)^2}{2\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)}=$$

$$-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}\right)\times\frac{y^2}{D^2+x^2+y^2}-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)\times\frac{x'^2}{D^2+x'^2+y^2},$$

of

$$\frac{R}{e}-\left(\frac{1}{b}-\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right)-\frac{\left(\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\right)^2}{4\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)}=$$

$$\frac{1}{D^2+x^2+y^2}\left\{-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}\right)y^2-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)x'^2\right\}.$$

Met de boven gegeven waarden der gewone en buitengewone indices voor de streep $14^{a7}$ vindt men voor kwarts:

$\frac{1}{b}=1{,}54419\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}=1{,}548721$; dus $\frac{1}{b}-\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}=-0{,}004531.$

$\frac{b}{2}=0{,}323794$, $\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}=0{,}322436$, $\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}=0{,}320951$;

dus $\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}=-0{,}000958$ en $\frac{b}{2}-\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}=0{,}002843.$

Verder $(a^2-b^2)=-0{,}004898$ en $(a^2+b^2)=0{,}833844$;

dus $\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}=-0{,}005874.$

En eindelijk $\left(\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\right)^2 \frac{1}{4\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)} = 0{,}009005$;

dus $\frac{R}{e} = (-0{,}004531) - 0{,}009005$

$$= \frac{1}{D^2+x^2+y^2}(-0{,}002843\,y^2 - 0{,}000958\,x'^2)$$

en verder $p = 3{,}065886\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}$.

Verwaarloozende nog, even als boven, $x^2+y^2$ tegenover $D^2$, dan komt er:

$$R - 0{,}004474\,e = -\frac{0{,}002843\,e}{D^2}\,y^2 - \frac{0{,}000958\,e}{D^2}\,x'^2;$$

blijkbaar de vergelijking eener ellips, waarvan het centrum, zooals boven bleek, ver buiten het gezigtsveld ligt en waarvan de as van $x'$ staat tot de as van $y$ als $\frac{\sqrt{0{,}002843}}{\sqrt{0{,}000958}} : 1$; de as van $x'$ is dus omtrent 1,723 maal grooter dan de as van $y$.

Keeren wij nog de teekens om, dan wordt onze vergelijking:

$$-R + 0{,}004474\,e = \frac{0{,}002843\,e.}{D^2}\,y^2 + \frac{0{,}000958\,e.}{D}\,x'^2$$

Voor den normalen straal is $R = -0{,}004531\,e$; dit geeft voor $2^{mm}$: $R = -0{,}009062$; dus iets meer dan $-15\,\lambda$. Wanneer de lichtstraal al meer en meer geneigd wordt in de rigting van de optische as af, dat is in de rigting der negatieve $x$, zal R negatief blijven en steeds toenemen; in den anderen zin, dat is wanneer de gebroken straal digter bij de optische as komt, zal dit wegverschil afnemen; de gebroken stralen kunnen nooit volgens die as doorgaan, omdat vóór zij dien hoek van 45° bereiken kunnen reeds alle breking ophoudt; de vergelijking leert, dat alle grootere waarden van R in de eerste rigting steeds waarlijke ellipsen zullen geven,

22. Een kwarts-plaatje, dat onder een hoek van 45° met de as gesneden was, had ik niet bij de hand; maar wel een polariscoop van SAVART, mij geleverd door STEEG. Door verwarming in benzine heb ik de op elkander gekleefde plaatjes losgemaakt en verkreeg daardoor het verlangde. Met sodium-licht zag ik tal van gebogen strepen, die duidelijk de toppen van ellipsen waren, wier groote assen in de rigting der hoofdsnede lagen. Met daglicht vond ik spoedig deze strepen terug; naarmate ik, door de herapathit-tang scheever voor het oog te houden, de doorgaande stralen digter bij de optische as bragt, kwamen steeds nieuwe strepen te voorschijn, die al beter en beter zigtbaar werden doordien zij van lagere orde waren; door sterke neiging konde ik het brengen tot den tweeden ring van NEWTON. De voorname doorsnede van het kwartsplaatje stelde ik hierbij steeds onder een hoek van 45° met de polarisatie-vlakken der gekruiste polariscopen. Van den normaal doorgelaten straal uitgaande telde ik tot den bij de grootste neiging zigtbaren streep er 14 in getal; door de sterkst mogelijke neiging zag ik nog een gedeelte van een blaauwen top voor den dag komen, dien ik voor een gedeelte van den eersten donkeren ring hield. Het kwarts-plaatje vond ik al zeer naauwkeurig $2^{mm}$ dik; een en ander sluit dus vrij goed met de berekening. Vooral de strepen van lagere orden, waarbij dit beter te beoordeelen viel, kwamen, wat hare kromming betreft, al vrij wel overeen met de toppen van ellipsen waarvan de lange as omtrent twee maal zoo lang als de korte is. Van naauwkeurige meting kan hier geen sprake zijn; immers de formule der ellips is zelve reeds door benadering en betrekkelijk grove verwaarloozing verkregen; en ik heb geen middelen bij de hand om de hoeken van inval voor de opvolgende strepen in eenige azimuthen te meten, hetgeen wel een eerste vereischte zoude zijn. Verder van de normaal in de rigting loodregt op de groote as vond ik de strepen wel eenigszins minder goed gekromd; neigt men echter de polarisatie-tang, zoodat men daar ook groote hoeken van inval verkrijgt, dan vindt men ook daar duidelijk een elliptisch verloop terug.

Onze formule voor de ellips, zonder verplaatsten oorsprong, is, volgens de zoo even gevonden getallen:

$$\frac{R}{e}+0{,}004531=-\frac{0{,}002843y^2}{D^2+x^2+y^2}-\frac{0{,}000958x^2}{D^2+x^2+y^2}+\frac{0{,}005874x}{\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}};$$

stellen wij hierin $y=0$, om op de hoofdsnede der optische as te blijven, en vermenigvuldigen wij met $D^2+x^2$, dan is:

$$\left(\frac{R}{e}+0{,}004531\right)(D^2+x^2)$$
$$=-0{,}000958x^2+0{,}005874x\sqrt{(D^2+x^2)}.$$

Brengen wij het wortelteeken aan de eene zijde van het gelijkheids-teeken, stellen wij $R=0$, verheffen dan tot de tweede magt en brengen daarenboven gelijksoortige termen bij elkander, dan verkrijgen wij:

$$4374760\,\frac{x^4}{D^4}-66885349\,\frac{x^2}{D^2}=20529952,$$

waarin ik alle getallen der vorige vergelijking, ter vermijding van nullen, een millioen malen grooter nam.

Deelen wij nu door den coëfficiënt van den eersten term, dan komt er:

$$\frac{x^4}{D^4}-15{,}28868\,\frac{x}{D^2}=4{,}69282,$$

eene vierde-magtsvergelijking van den tweede-magts vorm, waarvan ons hier alleen de positieve wortel kan dienen; men vindt daarvoor:

$$\frac{x}{D}=\pm\sqrt{+7{,}64434\pm\sqrt{63{,}12882}}$$
$$=\pm\sqrt{15{,}58971}=\pm 3{,}94838.$$

Maar $\frac{x}{D}$ is immers de tangens van den hoek van inval $i$; daar nu de gevonden waarde de tangens is van $75°47'$, zal alzoo dit hier de waarde van $i$ zijn. Substituëren wij de naauwkeurige waarde $75°47'15''$ voor $i$ in de absoluut naauwkeurige formule voor het wegverschil van boven, dan vinden wij, daarin $\varphi=0°$ nemende:

$\frac{R}{e}=-0{,}00013$, dat is voor $e=2^{mm}$, $R=-\frac{1}{8}\lambda$ omtrent.

De eigenlijke waarde nul voor $\frac{R}{e}$ ligt natuurlijk in die rigting van den invallenden straal, waarvoor beide, zoowel gewone als buitengewone, stralen de optische as zouden doorloopen; deze ligt buiten ons bereik, daar $i = 90°$ voor den hoek $r$ de waarde 40°21'36" geeft. Deze hoek is nog vrij wat kleiner dan 45°; maar R wordt in den omtrek der as zoo klein, dat wij veilig kunnen zeggen: dat, voor $i = 90°$ reeds, R gelijk nul is. Een en ander wordt al vrij goed bevestigd door mijne betrekkelijk grove waarnemingen. Het middelpunt der onderling gelijkvormige ellipsen bevindt zich nog verder verwijderd dan het punt waar de optische as het scherm treft.

23. Legt men twee zulke kwarts-plaatjes met onderling loodregte hoofdsneden op elkander, dan heeft men den polariscoop van SAVART terug. De vereischte formule verkrijgt men strict naauwkeurig, door van de oorspronkelijke uitdrukking voor R, diezelfde uitdrukking af te trekken, nadat daarin $\varphi$ door $90^c - \varphi$ vervangen is, dat is, nadat daarin $\sin\varphi$ en $\cos\varphi$ voor elkander in de plaats zijn gekomen; dus:

$$R^1 = e\left\{\frac{1}{b}\cos r - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2}}\sqrt{\left(1 - a^2\sin^2 i\sin^2\varphi - \frac{2a^2b^2\cos^2\varphi\sin^2 i}{a^2+b^2}\right)} - \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\cos\varphi\sin i\right\}$$

$$- e\left\{\frac{1}{b}\cos r - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2}}\sqrt{\left(1 - a^2\cos^2 i\cos^2\varphi - \frac{2a^2b^2\sin^2\varphi\sin^2 i}{a^2+b^2}\right)} - \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sin\varphi\sin i\right\}$$

$$= e\left\{\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2}}\left(\sqrt{\left(1 - a^2\sin^2 i\cos^2\varphi - \frac{2a^2b^2\sin^2\varphi\sin^2 i}{a^2+b^2}\right)} - \sqrt{\left(1 - a^2\sin^2\varphi\sin^2 i - \frac{2a^2b^2\cos^2\varphi\sin^2 i}{a^2+b^2}\right)}\right)\right.$$

$$\left. + \frac{a-b^2}{a^2+b^2}\sin i\,(\cos\varphi - \sin\varphi)\right\};$$

dat is, met dezelfde benadering als boven:

$$\frac{R^1}{e} = \frac{\left(\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)} - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right) y^2}{D^2 + x^2 + y^2}$$

$$- \frac{\left(\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)} - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right) x^2}{D^2 + x^2 + y^2} + \left(\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\right)\left(\frac{x-y}{\sqrt{D^2+x^2+y^2}}\right).$$

Ten einde de eerste magten van $x$ en $y$ uit deze vergelijking te verdrijven, moet de oorsprong, in de rigting der positieve $x$, ter uitgestrektheid

$$\frac{\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\sqrt{(D^2+x^2+y^2)}}{2\left(\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)} - \frac{a^2 b^2 \sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)},$$

en evenveel in de rigting der positieve $y$ verschoven worden. Voor kwarts is deze waarde positief; de oorsprong ligt dus op de lijn, die den hoek tusschen de beide voorname doorsneden middendoordeelt, in het quadrant, dat door de beide assen begrensd wordt en wel op een zeer grooten afstand buiten het gezigtsveld. De kromme lijnen zijn gelijkzijdige hyperbolen, omdat de coëfficiënten van $x^2$ en $y^2$ in teeken verschillen doch overigens gelijk zijn.

Stellen wij nog de vergelijking eenvoudig aldus voor:

$$\frac{R^1}{e} = Ay^2 - Ax^2 + B(x-y) = A(y^2-x^2) + B(x-y) = (x-y)\left[B - A(x+y)\right].$$

Voor $x$ en $y$ gelijk aan nul is R ook gelijk nul; dus voor de rigting normaal op de verbonden plaatjes is het wegverschil gelijk nul; het blijft nul voor alle punten waarvoor $x-y=o$, dat is, $x=y$ is, dus voor de zoo even bedoelde rigting die den hoek tusschen de beide voorname doorsneden middendoordeelt. Deze rigting, waarvoor $x=y$ is, stelt een der asymptoten van die gelijkzijdige hyperbolen daar.

Maar $R^1$ zal ook gelijk nul zijn voor $B - A(x+y) = o$, dat is voor $x = -y + \frac{B}{A}$; de waarden echter der boven gegeven

verplaatsingen van den oorsprong volgens de assen van $x$ en $y$, om de eerste magten dezer coördinaten te doen wegvallen, zijn $\frac{B}{2A}$. Schrijven wij nu nog onze vergelijking van zoo even aldus: $x-\frac{B}{2A}=-\left(y-\frac{B}{2A}\right)$, dan blijkt dat de punten door deze vergelijking aangewezen, waarvoor R' ook nul is, gelegen zijn in de andere asymptoot der gelijkzijdige hyperbolen, die ver buiten het gezigtsveld valt.

Voor $\frac{R'}{e}=\frac{n\lambda}{e}$, om een voorbeeld te nemen, moet

$$\frac{n\lambda}{e}=A(y^3-x^3)+B(x-y) \text{ zijn.}$$

Zoo lang de invallende stralen zich weinig van de normaal verwijderen en dus $x$ en $y$ digt bij het midden van het gezigtsveld blijven, is $\frac{B}{A}$ van de orde van den afstand D, waarop het scherm geplaatst is,— voor ons kwarts naauwkeurig $=\frac{5874}{1895}D=3,1163D$ — zeer groot met betrekking tot $x$ en $y$. Wij kunnen nu onze vergelijking weêr voorstellen door $\frac{n\lambda}{e}=A(x-y)\left(\frac{B}{A}-(x+y)\right)$ en in het tweede lid hiervan $x+y$ verwaarloozen, dan wordt $\frac{n\lambda}{e}=A(x-y)\frac{B}{A}$ en dus $\frac{n\lambda}{e}=B(x-y)$; dus $x=y+\frac{n\lambda}{eB}$; dat is $x=y+\frac{n\lambda D}{0,005874e}$, of voor $\lambda$ de waarde 0,000589537 nemende, $x=y+\frac{nD}{10,036e}$, dat is voor $e=2^{mm}$, $x=y+\frac{nD}{20,072}$. De punten waarvoor de wegverschillen $\lambda$, $2\lambda$, $3\lambda$, enz. bedragen, vormen dus regte lijnen evenwijdig aan de lijn, die onder een hoek van 45° met de beide hoofdsneden midden door het veld gaat: en de onderlinge afstand dezer lijnen is $\frac{D}{10,036e}\cdot\frac{1}{2}\sqrt{2}$, en voor plaatjes die $2^{mm}$ dik zijn is zij $\frac{D}{20,072}\cdot\frac{1}{2}\sqrt{2}$. Na-

tuurlijk geeft de vergelijking even zulke lijnen die evenwijdig loopen aan de andere asymptoot, die buiten het gezigtsveld ligt; maar deze zijn onzigtbaar of liever onbestaanbaar. — De negatieve waarden van $y$ geven de lijnen van gelijk wegverschil op gelijke afstanden aan den anderen kant onzer asymptoot.

Ligt nu die asymptoot in een der polarisatie-vlakken der onderling loodregt gestelde polarisatoren, dan is zij volkomen donker, links en regts vergezeld door gelijke en gelijk gekleurde strepen; en naarmate zij verder van die stelling afwijkt wordt zij steeds helderder. Zoo hebben wij dan den polariscoop van SAVART terug.

24. Legt men de twee gelijke plaatjes zoodanig op elkander, dat de optische assen wel in hetzelfde vlak, maar in tegenovergestelde rigting, gelegen zijn; dan duikt b.v. de eene in de positieve rigting der $x$ en de andere in de negatieve; en dan moet $\varphi$ voor het eene plaatje vervangen worden door $180°-\varphi$.

De twee vergelijkingen voor het wegverschil, die dan moeten worden opgeteld, verschillen dan alleen door het teeken van $cos\,\varphi$ in den term zonder wortelteeken. Dus wordt:

$$\frac{R^{II}}{2e}=\frac{1}{b}\cos r-\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2}}\sqrt{\left(1-a^2\sin^2\varphi\sin^2 i-\frac{2a^2b^2}{a^2+b^2}\cos^2 i\sin^2 i\right)},$$

dat is, met denzelfden graad van benadering als boven:

$$\frac{R^{II}}{2e}(D^2+x^2+y^2)+\left(\frac{1}{b}-\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right)=-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}\right)y^2$$
$$-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)x^2,$$

of, in den eersten term $x^2+y^2$ tegenover $D^2$ verwaarloozende:

$$\frac{R^{II}}{2e}D^2+\left(\frac{1}{b}-\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\right)-\left(\frac{b}{2}-\frac{a^2}{\sqrt{2}(a^2+b^2)}\right)y^2$$
$$-\left(\frac{2}{b}-\frac{a^2b^2\sqrt{2}}{(a^2+b^2)^{3/2}}\right)x^2.$$

Deze vergelijking geeft nu ellipsen, die gelijkvormig zijn aan die der enkele plaatjes, dat is met dezelfde verhouding der as-

sen; maar de vierkanten der assen van de opvolgende ellipsen zullen hier met $\frac{\lambda}{2e}$ gedeeld door de coëfficiënten van $y^2$ en $x^2$ toenemen, in plaats van met $\frac{\lambda}{e}$ gedeeld door de correspondeerende coëfficiënten; zij zullen dus langzamer klimmen. En hetgeen van meer belang is, het gemeenschappelijk middelpunt zal in het midden van het gezigtsveld, dat is in den normaal doorgelaten straal, liggen.

De substitutie van $R^{II} = -0{,}000589537\,\lambda^{II}$ in de algemeene vergelijking geeft b.v.:

$$-0{,}000589537\frac{\lambda^{II}}{2e} = \frac{1}{b}\cos r - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{(a^2+b^2)}}\sqrt{\left(1 - a^2\sin^2\varphi\sin^2 i - \frac{2a^2b^2}{a^2+b^2}\cos^2\varphi\sin^2 i\right)},$$

waarin dan $\lambda^{II}$ het aantal golflengten voorstelt, dat in $R^{II}$ bevat is.

Door $i = 0^o$ te stellen vond ik hieruit, met de boven gegeven waarden van $\frac{1}{b}$ en $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2}}$, voor $e = 2^{mm}$, dat het wegverschil voor de normaal doorgelaten stralen $\lambda^{II} = 30{,}743$ geeft. Stel ik echter $i = 30^\circ$, dan vindt ik voor $\varphi = 0^\circ$, dat is in de rigting der groote as, $\lambda^{II} = 32{,}470$; en voor $\varphi = 90^o$, dat is in de rigting der kleine as, $\lambda^{II} = 35{,}822$. Men ziet hieruit, dat deze ellipsen, waarin de wegverschillen der interfererende stralen meer dan 30 golflengten bedragen, in het gezigtsveld verbazend groot en op groote afstanden uit elkander zullen gezien worden. Eene betrekkelijk groote afwijking in de gelijkheid van de helling der assen ten aanzien der brekende vlakte of een gebrek in het parallelisme der hoofdsneden van de beide plaatjes zal dan ook zeer weinig tot de duidelijkheid der ellipsen afdoen, maar wel haar middelpunt verplaatsen.

25. Tot nog toe hebben wij geen rekening gehouden van den naauwkeurigen stand der polarisatie-vlakken van de invallende, gebroken en uitkomende stralen. Zoowel de voor alle plaatjes geldende nadere definitie van het polarisatie-vlak en

dus ook van de rigting der vibratie, van eenigen willekeurigen straal van den convergenten bundel, die ik voorstelde, als het resultaat eener juiste berekening van den stand der polarisatie-vlakken der gebroken stralen voor evenwijdig aan de as of schuin gesneden plaatjes, die beiden met den stand van het vlak van inval en met den hoek van inval in het naauwste verband staan, lossen zich bij de aanwending van enkele plaatjes eenvoudig op in eene onderlinge afwijking in de intensiteit der verschillende deelen van denzelfden interferentie-ring; en van naauwkeurige intensiteits-metingen zal vooreerst nog wel geen sprake zijn. Hierom kon ik dien stand der polarisatie-vlakken, daar ik mij alleen tot den vorm en het verloop der interferentie-strepen bepaalde, bij die enkele plaatjes met stilzwijgen voorbijgaan, te meer daar $i$ betrekkelijk klein bleef. Bij de combinatie echter van twee of meer plaatjes, waarvan een of meer evenwijdig of schuins ten aanzien der optische as gesneden zijn, behoort wel degelijk op den naauwkeurig berekenden stand van de polarisatie-vlakken der door de evenwijdig en schuin gesneden plaatjes gebroken stralen te worden gelet, wanneer men wil beoordeelen welke resultaten die op-elkander-legging zal opleveren.

Bij de combinatie van een plaatje evenwijdig aan de optische as met een ander plaatje loodregt op die as zoo als boven, hadden wij — wanneer $\varphi$ het azimuth der vlakte van inval ten aanzien van de normale hoofdsnede van het evenwijdig aan de as gesneden plaatje voorstelt — behalve de verandering in den stand der polarisatie-vlakken van de door dit plaatje gebroken stralen, die bij onveranderlijke $\varphi$ van den hoek $r$ afhangt, nog de eigenlijke hoofd-wijziging in den betrekkelijken stand der polarisatie-vlakken van de door beide plaatjes doorgelaten stralen, die alleen van $\varphi$ afhankelijk is. Deze laatste alleen reeds maakt dat door eene verandering in azimuth van het vlak van inval van $\varphi = 0°$ tot $\varphi = 90°$ dezelfde straal van het parallele plaatje, namelijk de ordinaire, die eerst ook ordinaire straal was voor het loodregt op de as gesneden plaatje, ten laatste extraordinaire wordt voor dit loodregte plaatje en omgekeerd, terwijl de invloed van $r$, die met $r$ en $\varphi$ verandert en voor $\varphi = 45°$ een maximum bereikt, daar $r$ toch betrek-

kelijk klein blijft, van veel minder gewigt is. Toch was eene juiste kennis van den stand der polarisatie-vlakken daarbij zeer gewenscht; doch ook hier ben ik, daar aan geen meten maar slechts aan vergelijken kon gedacht worden, over de moeijelijkheden heengestapt, door eenvoudig van de twee hoofdrigtingen $\varphi = 0°$ en $\varphi = 90°$ te spreken, waarbij respectievelijk voor alle gebroken stralen, wélke ook de waarde van $r$ moge wezen, de polarisatie-vlakken dezelfde zijn. Voor twee plaatjes evenwijdig aan de as, die gekruist op elkander gelegd zijn, wordt overal de gewone straal van het eene plaatje buitengewone straal voor het andere en omgekeerd; maar dit is weder niet volkomen naauwkeurig en geldt alleen voor de normaal doorgaande stralen en voor alle stralen in de azimuthen $\varphi = 0°$ en $\varphi = 90°$, terwijl de onderlinge afwijking van de polarisatie-vlakken, die als elkanders verlengden gedacht worden, in alle andere azimuthen met $r$ toeneemt en voor $\varphi = 45°$ steeds haar maximum bereikt; evenwel heb ik ook hier de moeijelijkheid geïgnoreerd, daar ik geen correspondeerend interferentie-verschijnsel kon waarnemen. Men verwarre het hier behandelde niet met hetgeen ik boven bij de superpositie van twee evenwijdig gesneden plaatjes en een derde dat loodregt op de as gesneden is aanvoerde, en men mag mij het daarbij opgemerkte niet tegenwerpen als een bewijs voor de waarneembaarheid van het sommatie-verschijnsel; vooreerst is juist het loodregt op de as gesneden plaatje het eenige middel waardoor ik die sommatie zigtbaar kan maken, en ten tweede verhoogde ik daarbij kunstmatig de onderlinge afwijking der polarisatie-vlakken door draaijing van het eene plaatje, waarbij de natuurlijke afwijking waarvan nu sprake is wel even groot, maar van geen gewigt is.

26. Hier echter, nu de assen ten laatste 45° onder de brekende vlakte duiken, gaat het niet langer aan om over die onderlinge van $r$ afhangende afwijkingen der polarisatie-vlakken van de als elkanders verlengde beschouwde gebroken stralen kortweg heen te stappen. Reeds voor den gekruisten stand vindt men uit de berekening van art. 6 voor $r = 7°$ en $\varphi = 45°$ den hoek, dien de polarisatie-vlakken van eenen straal maken, die gewoon in het eene en buitengewoon in het andere plaatje

is — wanneer die gebroken straal valt in het quadrant, waarin beide assen onder de brekende vlakte duiken — gelijk aan 11° 17′, terwijl wij gewoonlijk vooronderstellen, dat die vlakken zamenvallen. Wanneer $\psi = 0°$ of $= 90°$ is, blijft die hoek nog ongeveer gelijk aan den hoek van breking, dat is 7°. Voor grootere waarden van $r$ neemt die hoek betrekkelijk gesproken langzamerhand af en wordt al minder en minder ten aanzien van $r$; hij is namelijk gelijk aan $r$ vermenigvuldigd met een kleiner getal; voor $r = 90°$ zoude hij 45° dat is $\frac{1}{2} r$ zijn; terwijl — om een voorbeeld te noemen — indien de optische assen loodregt gekruist in de brekende vlakten liggen, die hoek zelfs voor $\psi = 45°$ en $r = 20°$ niet meer dan 3° 34′ bedraagt.

Wanneer daarentegen de normale voorname doorsneden van onze twee plaatjes, die onder een hoek van 45° gesneden zijn, in elkanders verlengde liggen, maar de assen naar tegengestelden kant gerigt zijn, dan bedraagt voor $\psi = 90°$ de afwijking tusschen de polarisatie-vlakken der gebroken stralen, die als elkanders verlengde gedacht worden, het dubbel van hetgeen zij voor hetzelfde azimuth bedraagt bij diezelfde plaatjes, wanneer zij gekruist zijn; dat is, voor kleine waarden van $r$ is zij omstreeks gelijk $2r$. Voor $r = 0°$ is in dit azimuth die hoek tusschen de als zamenvallend aangenomen polarisatie-vlakken 180° of 0°, dat is zij vallen werkelijk zamen; maar kon $r$ gelijk 90° worden, dan zoude die hoek ook gelijk 90° zijn, en dus gelijk de enkele $r$, dat is door voortdurende toename van den hoek van inval zouden wij het zoover brengen, dat juist de polarisatie-vlakken die oorspronkelijk zamenvielen, onderling loodregt wierden en die welke oorspronkelijk loodregt stonden, tot coïncidentie kwamen. De hoek $r$ kan wel geen 90° worden, dus zoo ver komt het niet; maar voor kleinere hoeken bereikt de hier bedoelde afwijking al spoedig eene belangrijke waarde; en betrekkelijk spoedig worden de beide door het eerste plaatje doorgelaten stralen door het tweede ieder afzonderlijk in twee gelijke deelen verdeeld, zoodat bij dien hoek van inval de interferentie-verschijnselen, die op oppositie berusten, even intensief worden als die welke op coïncidentie berusten.

Alleen voor $\varphi = 0°$ is die afwijking voor alle waarden van $r$ steeds gelijk nul, dat is, in de normale hoofdsnede blijven de pola-

risatie-vlakken, die voor de normaal doorgelaten stralen zamenvallen, immer nog zamenvallen, hoe ook de grootte van den hoek van inval $i$ moge toenemen. Voor elk ander azimuth kan, wanneer $r$ bekend is, zeer gemakkelijk die afwijking berekend worden; bij een zelfde waarde van $r$ is zij voor een azimuth grooter dan 0° steeds kleiner dan voor $\varphi = 90°$. Alle vier de quadranten zijn hier identisch. Voor elk invallend kegelvlak met cirkelvormig grondvlak, dat de normaal op de brekende vlakte tot as heeft, en geheel door lichtstralen gevormd is, zal dus die afwijking voor ieder quadrant van het azimuth 0° af rekenende voortdurend blijven toenemen tot het azimuth 90°, daarbij steeds van de waarde nul aanvangende.

De formulen van art. 6 voor $s$, $q$ en $p$ kunnen wij hier terstond toepassen, wanneer wij in die voor $s$, in plaats van $i$ en $\beta$, eenvoudig schrijven $r$ en $\varphi$, en in die voor $q$ dezelfde verwisseling doen plaats hebben; $\beta$ is gerekend van het vlak van inval; wij rekenen $\varphi$ van de normale voorname doorsnede. Gemakshalve geven wij, $\varphi$ en $\alpha$ in tegengestelden zin rekenende, het vlak van inval of liever gezegd het vlak van breking eene stelling in het eerste quadrant tusschen het vlak van polarisatie van het parallel invallend licht en de normale voorname doorsnede; dan is de hoek, gevormd door het polarisatievlak van den gewonen gebroken straal in het eerste plaatje en het in genoemd art. 6 nader bepaalde polarisatie-vlak van den invallenden straal, gelijk $s + p$ voor het schuin gesneden plaatje en gelijk $q + p$ van het evenwijdig gesneden plaatje. — Dien hoek noemen wij in het algemeen S; evenzoo noemen wij den hoek tusschen de polarisatie-vlakken der gewone stralen in beide plaatjes, die als elkanders verlengde worden gedacht, T; dan hebben wij, wanneer de intensiteit van den invallenden lichtstraal gelijk aan de eenheid gesteld wordt, en de aanwinst in weg van den gewonen straal in het eerste plaatje R, en in boog uitgedrukt — dat is de anomalie plus een zeker aantal geheele omtrekken — $u$ genoemd wordt, voor den uitslag of afwijking:

in den gewonen straal $\cos S \cos (O + u)$
en in den buitengewonen $\sin S \cos O$,

waarbij wij van een willekeurigen boog O beginnen te rekenen.

Na den doorgang door het tweede plaatje waarvoor R′ en $u'$ dezelfde grootheden beteekenen heeft men dan 4 stralen:

den gewonen *cos* S *cos* T *cos* (O + $u$ + $u'$) en *sin* S *sin* T *cos* (O + $u'$)
en den buitengewonen *cos* S *sin* T *cos* (O + $u$) en *sin* S *cos* T *cos* O.

Deze vier stralen kunnen wij nu naar het beginsel van de superpositie van kleinste bewegingen als ieder hare eigene vibraties gevende beschouwen. Zij laten zes combinaties toe, namelijk:

*cos* S *cos* T *cos* (O + $u$ + $u'$) met *sin* S *cos* T *cos* O,

die de sommatie interferentie-verschijnselen geeft;

*sin* S *sin* T *cos* (O + $u'$) met *cos* S *sin* T *cos* (O + $u$),

die de aftrekkings-interferentie-verschijnselen geeft;

*cos* S *cos* T *cos* (O + $u$ + $u'$) met *sin* S *sin* T *cos* (O + $u'$),
en *cos* S *sin* T *cos* (O + $u$) met *sin* S *cos* T *cos* O,

die te zamen werken en de interferentie-verschijnselen voor het eerste plaatje afzonderlijk blijven geven, en eindelijk:

*cos* S *cos* T *cos* (O + $u$ + $u'$) met *cos* S *sin* T *cos* (O + $u$),
en *sin* S *sin* T *cos* (O + $u'$) met *sin* S *cos* T *cos* O,

die evenzoo de eigene interferentie-verschijnselen van het tweede plaatje blijven geven.

De eigenlijke stand van het polarisatie-vlak van den analyseerenden polariscoop is mij in zekeren zin geheel onverschillig; deze doet niets af tot den vorm der interferentie-krommen, waarmede ik mij alleen bezig wil houden; hij geeft slechts bijzonderheden voor enkele azimuthen, die mij voor het oogenblik geheel onverschillig zijn. De naauwkeurige berekening van S en T kon mij leeren of de vereischte lichtstralen ten slotte met genoegzame intensiteit bestaan om dat der vier aangewezen interferentie-verschijnselen, hetwelk ik tracht waar te nemen, zigtbaar te maken.

De vorige artikelen bevatten omtrent den hoek T eenige algemeene opmerkingen. De vorm der interferentie-krommen hangt alleen af van $u$ en $u'$, of zoo men wil van R en R′; het kan daarbij alleen nog een punt van quaestie zijn of R, R′, R, — R′, en R + R′ spoedig genoeg in het gezigtsveld veranderen om zigtbare

verschijnselen te geven: en aan den anderen kant of zij ook zoo snel veranderen dat dunnere plaatjes of wel vergrootende toestellen moeten worden ter hand genomen om die verschijnselen waar te nemen. De grootte dezer wegverschillen zal bepalen of men homogeen licht moet bezigen om de over elkander gelegde interferentie-verschijnselen der verschillende golflengten te ontwarren; hooger dan 13 golflengten mag dit wegverschil wel niet gaan of men heeft homogeen licht noodig, tenzij men door een of ander middel van al die wegverschillen voor eenige opvolgende strepen of kromme lijnen in eens een constant gedeelte aftrekt, en ze daardoor tot de lagere orden van Newton terugbrengt.

27. Herzien wij nu de stellen van plaatjes die wij gebezigd hebben. Het loodregt op de as gesneden kalkspath-plaatje ondervond, zoo als ik boven reeds opmerkte, de laatstgenoemde werking door het enkele of de twee evenwijdig aan de as gesneden kwarts-plaatjes: daardoor werden zijne ringen van hoogere orde zigtbaar. Bij omkeering kan men dus zeggen, dat hier het spath-plaatje het aanwezen van die stralen met groote wegverschillen in de uit het kwarts-plaatje tredende lichtstralen aantoont — De hyperbolen, waarvan men gewoonlijk spreekt voor twee gekruiste evenwijdige kwarts-plaatjes, zijn het aftrekkings-verschijnsel; de aanwezigheid der combinatie waardoor zij ontstaan, wordt door de partiële versterking der spath-ringen van lagere orden aangewezen. Wij vragen dus hier nog naar het sommatie-verschijnsel; de formulen van art. 18 die moeten worden opgeteld, leeren dat wanneer de kwarts-plaatjes even dik zijn, de gezochte interferentie-figuur zal worden gegeven door cirkels van zeer groote stralen, die het midden van het gezigtsveld tot middelpunt hebben; voor zeer kleine onderlinge afwijkingen van $e$ en $e'$ gaan die cirkels in al meer en meer gerekte ellipsen over, die hetzelfde middelpunt behouden; voor eene bepaalde verhouding van $e$ en $e'$ worden deze ellipsen regte lijnen, die aan beide zijden evenwijdig loopen aan de as van $x$ of aan de as van $y$; en bij nog grootere afwijking van $e$ en $e'$ springen deze in hyperbolen over die nog altijd hetzelfde middelpunt hebben. Van dit alles is echter niets te zien, omdat de coëfficiënten van $x^2$ en $y^2$ zoo klein zijn, dat het wegverschil over

het geheele gezigtsveld zoo goed als constant is. Hierbij spreek ik natuurlijk niet van het geval waarin $e$ en $e'$ belangrijk van elkander afwijken. De ringen van zeer hooge orden, die voor het kalkspath-plaatje zigtbaar worden, bewijzen, zoo als ik zeide, in ieder geval het bestaan van die sommatie-stralen in het uittredende licht

28. De onder een hoek van 45° gesneden en loodregt gekruist verbonden kwarts-plaatjes geven de verbinding van SAVART. De strepen van SAVART zijn weder een differentie-verschijnsel, dat om zijne kleine wegverschillen in het zamengestelde daglicht kan worden weggenomen. Keert men de herapathit-tang, waarin de verbinding gelegd is, naar eene sodium-vlam, dan kan men, vooral bij grootere helling van de invallende stralen, de stelsels van ellipsen vinden, die aan ieder der plaatjes afzonderlijk toekomen. Ons ontbreekt dan nog het sommatie-verschijnsel; hiertoe moeten de formulen van art. 23 worden opgeteld. Wij vooronderstellen de dikten der beide plaatjes gelijk; dan geeft ons de optelling cirkels, waarvan het gemeenschappelijk middelpunt ver weg ligt op de diagonaal in het derde quadrant — het eerste is dat waarin de beide assen in de plaatjes liggen — en die, naar het mij voorkomt, in het gezigtsveld nog ver genoeg uit elkander liggen om te worden gezien. Zij vangen in het midden van het gezigtsveld, voor onze plaatjes, die $2^{mm}$ dik zijn, aan met een wegverschil van omstreeks $30\lambda$; maar ik heb ze niet kunnen waarnemen.

De oorzaak hiervan zal wel gelegen zijn in het groote gebrek aan overeenstemming van de vier quadranten in de relatieve standen der polarisatie-vlakken die door beide plaatjes verlangd worden in een straal, die hen successievelijk doorloopt. Wij bepalen ons eenvoudigheids-halve bij de vergelijking in dit opzigt van vier stralen, die, onder denzelfden hoek van inval $i$, in de vier azimuthen 45°, 135°, 225° en 315° invallen en daarenboven bij de polarisatie-vlakken der gewone stralen. De azimuthen worden geteld van de normale hoofdsnede van een der beide plaatjes en het eerste quadrant is dat, waarin de beide assen duiken. Vooraf zij herinnerd, dat de laatste gewone straal, die eene kwarts-plaat kan doordringen een hoek van breking gelijk aan 40° 21′ 36″ heeft en dat de laatste buitengewone

straal, die even zoo door eene kwarts-plaat kan gaan, wanneer de buitengewone index zijn maximum bereikt, den hoek van breking 40° 4′ 21″ heeft. Verder denke men zich het vlak gebragt door de optische assen van beide plaatjes, die door den oorsprong gelegd worden, dan zal de gebroken straal die in het azimuth van 45° juist door dit vlak gaat, een hoek van breking hebben die is $r = 35° 15' 52''$, waarmede, in de vooronderstelling dat dit een gewone straal is, de hoek van inval $i = 63° 4' 3''$ overeenstemt.

Voor $i$ en $r = 0$ is nu voor alle azimuthen de hoek tusschen de polarisatie-vlakken der gewone stralen in beide plaatjes, die elkanders verlengde zijn, juist gelijk 90°. Verwijdert zich de gebroken straal in het azimuth 225° van de normaal, dan neemt die hoek geleidelijk af; verwijdert zich die straal van de normaal in de tweede en vierde quadranten, in de azimuthen 135° en 315°, dan neemt die hoek nog voor beiden op gelijke wijze af, volgens andere wet echter dan voor het azimuth 225°; maar verwijdert die straal zich in het azimuth 45° van de normaal, dan neemt die hoek toe, wordt voor $r = 35° 15' 52''$ gelijk aan 180° en blijft dan al verder en verder nog boven de 180° toenemen. Dit wil nu eigenlijk beteekenen, dat wij in het eerste quadrant, om in overeenstemming te blijven met de drie andere, het verlengde van een der polarisatie-vlakken moeten nemen, dat is het uit den straal van de optische as af moeten nemen. In een en ander is zeker grond genoeg voorhanden om de verlangde sommatie-verschijnselen te verwarren.

29. Wanneer de schuins gesneden plaatjes met evenwijdige normale hoofdsneden verbonden worden, vonden wij boven voor het sommatie-verschijnsel groote wijd uit elkander staande ellipsen, wier middelpunten in het midden van het gezigtsveld liggen. De hierbij als zamenvallend gedachte polarisatie-vlakken der in de beide kwarts-plaatjes gebroken stralen gaan voor toenemende waarden van $i$ al meer en meer van elkander afwijken, het meest voor de azimuthen $\omega = 90°$ en $\omega = 270°$. Wij kunnen hier naar de interferentie-verschijnselen vragen, die uit aftrekking ontstaan; de formulen van art. 23 zullen die, bij veronderstelde gelijke dikte der plaatjes geven, door in die voor R, den hoek $\varphi$ te vervangen door $180° - \varphi$, even als voor art. 24,

en dan R en R' van elkander af te trekken, in plaats van ze op te tellen.

Het resultaat is $R^{II'} = R - R' = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2} 2e \sin i . \cos \varphi$.

Deze vergelijking kan ook aldus worden geschreven:

$$\sin i = \frac{R^{II'}}{2e} \cdot \frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2} \cdot \frac{1}{\cos \varphi}.$$

De sinussen van $i$ verwisselende met de tangenten zullen deze in het gezigtsveld worden voorgesteld door de voerstralen, die uit den oorsprong naar de verschillende punten worden getrokken. Wordt $R^{II'}$ constant genomen, dan zullen alle punten met hetzelfde wegverschil bevonden worden te liggen in eene lijn evenwijdig aan de as van $y$, dus loodregt op de gemeenschappelijke normale hoofdsnede, dat is op de as van $x$, en deze as van $x$ snijdende op eenen afstand van den oorsprong gelijk aan $\frac{R^{II'}}{2e} \cdot \frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2}$.

De waarden van $a$ en $b$ substituërende en $R^{II'}$ in golflengten van de streep $14^{\alpha\gamma}$, dat is D van FRAUNHOFER, uitdrukkende, wordt de formule $\sin i = \frac{1}{0{,}023496} \times \frac{\lambda^{II'} \lambda}{\cos \varphi}$, waarin $\lambda^{II'}$ het aantal van die golflengten voorstelt en $\lambda = 0{,}000589537^{mm}$ is.

Ons rest nog één verbinding: die van parallel aan de as gesneden plaatjes met zamenvallende normale hoofdsneden: hier zijn de afwijkingen der polarisatie-vlakken, waarvan overal sprake was, steeds nul; hier valt dus niets waar te nemen dan alleen het sommatie-verschijnsel, waarin daarenboven de karakteristieke verschijnselen van ieder plaatje afzonderlijk opgaan. Immers, wij hebben slechts een plaatje van dubbele dikte zamengesteld.

30. Wij wenden ons nu tot de waarneming der besproken verschijnselen van de schuin gesneden plaatjes voor de verbinding van zoo even. Legt men de kwarts-verbinding van SAVART in de herapathit-tang en keert men die naar de sodiumvlam, dan is, zoo als bekend is, de voordeeligste stelling van de kwarts die, waarbij de hoofdsneden 45° maken met de polarisatie-vlakken van de evenwijdig of loodregt gestelde polariscopen. Dan ziet men uitstekend de strepen van SAVART,

terwijl de eigene ellipsen van de beide plaatjes slechts zwak te erkennen zijn. Leg ik nu zoo ook de verbinding dier kwartsplaatjes van zoo even in de herapathit-tang, zoodat de gemeenschappelijke hoofdsnede ook een hoek van 45° met die polarisatie-vlakken der polariscopen maakt, dan zie ik terstond die groote sommatie-ellipsen, doch de eigene ellipsen van ieder plaatje afzonderlijk komen meer uit dan voor de verbinding van SAVART, zoodat de donkere sommatie-ellipsen uit afwisselende donkere en minder donkere blokjes zijn zamengesteld; draai ik de tang eenigszins ter zijde, zoodat ik niet direct in de vlam zie, dan vormen die ellipsen een beter zamenhangend geheel. Van die regte strepen, die door aftrekking ontstaan, bemerk ik daarbij evenwel niets. Zie ik echter in het zamengestelde dag- of lamp-licht, dan verdwijnen op eenmaal al die verschijnselen, daar zij door betrekkelijk groote wegverschillen ontstaan; maar in plaats daarvan zie ik dan flaauw die aftrekkings-strepen links en regts van de as van $y$ optreden, die op deze as zelf met een wegverschil gelijk aan nul aanvangen. Draai ik nu in den eenen of in den anderen zin de tang, rond de gemeenschappelijke hoofdsnede der kwarts-plaatjes, dat is rond de as van $x$, als spil, dan worden die strepen steeds duidelijker zigtbaar; dit is geheel in overeenstemming met het boven gezegde, daar de onderlinge afwijking der als zamenvallend gedachte polarisatie-vlakken van de door beide kwarts-plaatjes gebroken stralen voor den normalen doorgang gelijk aan nul is, en juist voor het azimuth van 90° het sterkst, en met toenemende waarden van $i$, al meer en meer toeneemt.

Op een scherm op den afstand D geplaatst, zullen die strepen op afstanden van elkander gelegen zijn, die aangewezen worden door $\frac{D\lambda}{2e} \cdot \frac{1}{0{,}005874}$, dat is voor onze waarden 0,0251 D.

Ik houd het daarvoor, dat men bij al deze verschijnselen rekening moet houden met de verstrooijing van het licht bij zijnen doorgang door de oppervlakten der kwarts-plaatjes, ter verklaring van de intensiteit waarmede zich de eigene interferentie-verschijnselen der plaatjes blijven handhaven.

31. *Mutatis mutandis* gaat al het behandelde natuurlijk even goed door voor plaatjes van kalk-spath; alleen zullen de ringen

veel kleiner en alle verschijnselen veel fijner zijn dan voor kwarts-plaatjes, vooronderstelt dat de plaatjes van beide kristallen even dik zijn; of wel de kalk-spath plaatjes zullen vele malen dunner moeten genomen worden, om de verschijnselen dezelfde uitgebreidheid te doen behouden. Ik heb onderscheidene loodregt op de as of evenwijdig daaraan gesneden kalkspath plaatjes bij de hand, allen omtrent $2^{mm}$ dik; met de parallele plaatjes zie ik in sodium-licht zeer goed de hyperbolen. Al die plaatjes zijn, zoo als de loodregt en evenwijdig gesneden kwarts-plaatjes, die ik bezigde, afkomstig van HOFMANN; zij behooren bij de kwarts- en spath-prisma's, waarvan ik de indices van refractie bepaalde. In het Deventer kabinet had ik een paar volgens de zijvlakken van het rhomboëdrum gesneden kalk-spath-plaatjes omtrent $2^{mm}$ dik, afkomstig van BERTHAUD; naar aanleiding van de verhandeling van OHM, had ik destijds mij die plaatjes verschaft. Zij geven voor kalkspath zeer schoon die ellipsen, waarvan zoo even sprake was, doch van vrij wat kleiner afmetingen dan die voor kwarts. Dit is juist het verschijnsel, waarmede OHM zijne uitgebreide verhandelingen inleidt *).

32. De een of ander der welwillende lezers, die zich de moeite geven om mijne verhandeling door te zien, zal misschien vragen, waartoe ik haar schreef, terwijl toch zoo velen vóór mij, om alleen MÜLLER †), AIRY §), LANGBERG **) en OHM te noemen, dit terrein hebben betreden en in alle rigtingen hebben doorzocht. Ik mag dus nog wel een enkel woord ter toelichting geven. Veelal legt men bij deze beschouwingen de formule voor de intensiteit van het uit den tweeden polariscoop tredende licht aan zijne beschouwingen ten grondslag, en geeft zich daardoor veel moeite, die niet in proportie staat met de waarde der waarnemingen, die men ter toetsing kan uitvoeren. En ten tweede geeft men zich veelal de moeite om bij op elkander gelegde plaatjes deze als een geheel te beschouwen en dan op nieuw de formule voor het wegverschil te vinden.

*) G. S. OHM *Erklärung aller in einaxigen Krystall-platten wahrnehmbaren Interferenz-Erscheinungen.* 4°. München. I. 1852 en II. 1853. Vid. I. p. 6.

†) POGGENDORFF's *Annalen.* 1834. XXXIII. p. 822.

§) *Mathematical tracts.* p. 360.

**) POGGENDORFF's *Annalen. Ergänzungs-Band.* 1842. p. 529.

Uitgaande van het beginsel van de superpositie van kleinste bewegingen, heb ik mij van deze laatste beschouwingswijze losgemaakt en eenvoudig op den voorgrond gesteld, dat ik ten slotte, voor twee plaatjes, vier uitkomende stralen in rekening moest brengen. De stand van eersten en tweeden polariscoop zijn mij geheel onverschillig en tot bepaling van het wegverschil heb ik de bekende naauwkeurige formulen voorop gesteld, in de klare en beknopte wijze van voorstelling van BILLET. Ten slotte heb ik mij afgevraagd, wélke interferentie-figuren die vier stralen voor twee op elkander gelegde plaatjes naar de mogelijke combinatiën zouden geven.

Ter beoordeeling of onder bepaalde omstandigheden, zoowel de sommatie- als de differentie-figuren van een paar plaatjes konden verwacht worden, heb ik mij gewend tot de algemeene beschouwingen van art. 6. Wat betreft de soort der behandelde plaatjes ben ik niet getreden buiten het kader van die, welke gewoonlijk in de kabinetten voorkomen. Bij mijne behandeling van de interferentie-krommen staat de *vorm* op den voorgrond; de intensiteit was mij eigenlijk onverschillig; en daarom is bij deze gemakkelijke opvatting van het vraagstuk de formule voor het wegverschil mij voldoende. Maar juist dit wegverschil heb ik dan ook overal strict naauwkeurig op den voorgrond gesteld in zijne afhankelijkheid van de hoeken $i$ en $q$, om daardoor aanleiding te geven tot eene naauwkeurige meting van die vormen in hunne afhankelijkheid van die hoeken; immers van zulk eene meting zag ik op het tegenwoordig standpunt der wetenschap volkomen de mogelijkheid in. Waar ik benaderde formulen toepaste was het mij te doen om tot de gewone wijze van waarnemen af te dalen en de formulen te toetsen.

33. Ik wil nog over een verschijnsel spreken, dat wel niet regtstreeks bij het tot nog toe behandelde past, maar toch hier eene plaats kan vinden, omdat het eenigszins een overgang vormt van de één-assige tot de twee-assige kristallen. Ik ben namelijk onwillekeurig tot eene proef gekomen, die, naar ik later bemerkte, voor jaren reeds door MOIGNO en SOLEIL *) op

*) MOIGNO, *Répertoire d'optique moderne*. IV. p. 1594.

aanwijzing van HALDAT was in het werk gesteld: ongetwijfeld heb ik vroeger ook die beschrijving gelezen; maar zij was mij geheel ontgaan, zeker omdat ik die proef nimmer herhaald had. Ik bedoel de verandering van een positief of negatief één-assig kristal-plaatje in een twee-assig door een van buiten in eene rigting loodregt op de as passend aangebragten druk.

De ringen van zulk een loodregt op de as gesneden plaatje verlengen zich wanneer het positief is, in de rigting van den druk en gaan eindelijk in de lemniscaten van een twee-assig kristal over, waarbij het vlak der optische assen met diezelfde rigting zamenvalt. Wanneer daarentegen het kristalplaatje negatief is, verlengen zich de ringen en plaatst zich het vlak der optische assen in de rigting loodregt op die, waarin de druk wordt uitgeoefend. In zoo verre waren de resultaten mijner proef volkomen gelijk aan die van MOIGNO en SOLEIL.

Als positief kristal nam ik kwarts. Maar als negatief kristal nam ik natuurlijk een plaatje kalk-spath ongeveer $2^{mm}$ dik, dat ik het eerst bij de hand had — een veel zachter mineraal dan genoemde geleerden bezigden. De kalkspath kon den druk geen voldoenden weêrstand bieden; zij brokkelde hier en daar aan den kant af; en het zonderlinge, waar ik hier op komen wilde, is dat het plaatje blijvend twee-assig werd en zulks nu, na meer dan twee maanden, nog is. Het is echter niet overal even sterk twee-assig. In het midden is dit in het geheel niet merkbaar; maar komt men digter bij de kanten waar de druk werd aangebragt, dan bespeurt men zulks door den overgang van het donkere kruis in twee donkere gelijkzijdige hyperbolen, wier toppen een weinig uit elkander wijken, zooals men dit bij zeer zwak twee-assige kristallen aantreft. Komt men nog digter bij die kanten, dan worden de ringen langzamerhand al meer en meer gerekt; en kort op die kanten gaan zij in lemniscaten over, die wel eenigszins verward door elkander liggen, doch overigens juist zoo zijn als ze door een kristal, waarin de assen slechts een kleinen hoek maken, zouden worden gegeven.

In de rigting loodregt op den druk van het middelpunt uitgaande en links en regts daarneven vindt men het plaatje nog volkomen éénassig; er komen echter nog onregelmatigheden genoeg voor; zoo gaan die gelijkzijdige hyperbolen b.v. op het

eene punt in de eene rigting en op het andere punt in de andere rigting uit elkander, beide deze rigtingen echter vormen een hoek van 45°, de eene links en de andere regts met het definitieve vlak der assen.

Mogelijk zoude men, door beter aangelegde en minder ruwe proeven, kalk-spath tot arragoniet kunnen doen naderen. Misschien ook kan mijne vlugtige opmerking de mineralogen van dienst zijn om het voorkomen beide van kalk-spath en arragoniet in de natuur toe te lichten.

---

## *NASCHRIFT.*

Bij de voordragt dezer verhandeling in de Academie, maakte ons geacht medelid VOGELSANG mij opmerkzaam, dat reeds vroeger soortgelijke proeven van zamendrukking gedaan waren door F. PFAFF *). Deze heeft de verschijnselen vrij wat naauwkeuriger omschreven dan door mij hier ter loops geschied is. Ik wil toch dit gedeelte van mijn stuk eenvoudig laten zoo als het is; mogelijk heeft het de verdienste van op nieuw de aandacht op dit verschijnsel te vestigen. Mijn plaatje was een ongelijkzijdige zeshoek, die blijkbaar uit een rhomboëdrum loodregt op de as gesneden was; en de druk werd uitgeoefend op twee evenwijdige zijden.

---

*) POGGENDORFF'S *Annalen*, CVII. p. 333, 1859.

# WAARNEMINGEN

VAN

# EENIGE PLANTAARDIGE MONSTRUOSITEITEN.

DOOR

**W. F. R. SURINGAR.**

(Voorgedragen in de Zitting van 27 Maart 1869)

---

Van den tijd af dat de natuurlijke methode de kunstmatige rangschikking der planten heeft vervangen, en, in verband daarmede, de bloote terminologie plaats gemaakt heeft voor eene meer wijsgeerige organographie of morphologie, heeft men groot gewicht gehecht aan de waarneming van monstrueuse afwijkingen, die niet slechts op zich zelf, als ziekteverschijnselen, belangstelling inboezemen, maar ook inzonderheid, omdat zij er in zoo ruime mate toe bijdragen, om de ware natuur van plantendeelen en hun typischen samenhang met andere te leeren kennen, en daardoor vaak te openbaren, wat bij de normale ontwikkeling dier organen in het verborgen werkzaam is. De bladnatuur der verschillende bloemdeelen, de beteekenis van het plantenei zijn door dergelijke monstruositeiten duidelijk geworden, terwijl de waarneming van abnormale vergroeiing, abortus, of degeneratie ons leert, met welk recht en op welke wijze diezelfde verschijnselen bij de beoordeeling van de organen in hun natuurlijken toestand mogen worden in rekening gebracht. Men kan zeggen, dat onze kennis van de organen in hun normalen toestand, naast de studie der ontwikkelingsgeschiedenis, voor een goed deel op de waarneming van hunne zoogenoemd monstrueuse afwijkingen berust; terwijl van onderscheidene morphologische vragen, die thans nog niet zijn opgelost, de oplossing mede langs dienzelfden weg mag worden verwacht.

De gevallen van monstruositeit, die ik bij deze gelegenheid wensch te bespreken, beslissen geene nieuwe morphologische vraagpunten, en bevelen zich hoofdzakelijk aan als duidelijke en instructieve voorbeelden. Zij laten zich onder één gezigtspunt vereenigen, namelijk onder dat van verdubbeling, opgevat in dien algemeenen zin, dat men daaronder verstaat het optreden van een orgaan in hoogeren graad van samengesteldheid dan gewoonlijk. Dat verschijnsel treedt echter in die onderscheidene gevallen op als gevolg van verschillende oorzaken, nl. van vergroeiing, van woekering, van vermeerdering der kransen, en van laterale splitsing. Daarbij sluiten zich eenige bijzonderheden aan, die meer speciaal op de metamorphose der bloemdeelen betrekking hebben.

### 1. *Digitalis purpurea* L. Pl. I, II, IIIA.

Het eerste geval is dat van het Vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea* L.) met groote regelmatige eindbloem, het eerst door G. VROLIK onder den naam van *Digitalis purpurea prolifera* in den boezem van deze zelfde Academie, toenmaals Instituut, beschreven *). Inzonderheid heeft deze geleerde de aandacht gevestigd op de hoogst merkwaardige erfelijkheid van deze monstruositeit en op de door hem waargenomene zeer sterke woekering of prolificatie uit het midden der eindbloem, maar zich minder ingelaten met die eindbloem zelve en hare verklaring, zoodat ik hoop, dat hier in de eerste plaats eene aanvulling van zijne mededeelingen in dit opzicht niet ongeschikt zal zijn †).

---

*) *Het Instituut*, 1842, p. 258, ibid. p. 321. 1845, p. 110.

†) Mijne hier medegedeelde waarnemingen zijn van 1851, toen eene groote hoeveelheid dezer planten in den Leidschen Kruidtuin bloeide. Later is de monstruositeit aldaar verdwenen, totdat zij, weinige jaren geleden, weêr van zelf, of liever uit zaden die zoolang in den grond verborgen hadden gelegen, te voorschijn kwam, op het bloemperk, waar zij destijds hadden gestaan, nadat dit was omgespit. De monstruositeit is sedert door uitzaaijing behouden, ofschoon telkens in weinige en niet zeer sterke exemplaren, welke overigens ook geene nieuwe bijzonderheden hebben aan het licht gebracht, maar enkel bevestigd wat aan de vroegere reeds was waargenomen. De uitkomsten van dit onderzoek werden het eerst medegedeeld op de vergadering van de Vereeniging voor de Flora van Nederland, enz. van 8 Juli 1857 (*Nederlandsch Kruidkundig Archief* IV. p, 245); later maakten zij het

Het is bekend, dat plantendeelen, die in het tijdperk van hunnen groei dicht bij elkander zijn geplaatst, zoodat het jeugdige zich nog vermeerderende weefsel van beide in nauwe onderlinge aanraking komt, zich met elkander kunnen vereenigen. Sommige door hun dikte beroemde boomen zijn op die wijze door vereeniging van oorspronkelijk zelfstandige stammen ontstaan, en het ontbreekt in onze tuinen ook niet aan kunstmatig aldus teweeg gebrachte vergroeijingen. In de vrije natuur geschiedt zij meer tusschen deelen van dezelfde plant dan tusschen verschillende individu's. Vermeerderde knopvorming en vergroeiing van de daaruit ontstane takken tot een plat lichaam, doet de zoogenoemde fasciaties ontstaan, die b.v. bij de vlier en esch als sabelhout bekend zijn en bij deze als variëteit, door stekken, worden vermenigvuldigd. Niet zeldzaam zijn vergroeide vruchten; van abnormaal vereenigde bladorganen worden eveneens voorbeelden aangetroffen. Indien eindelijk hetzelfde geschiedt met bloemstelen, verkrijgt men twee of meer afzonderlijke bloemen aan den top van een gemeenschappelijken steel, of wel, indien de vereeniging zich nog verder, tot in het receptaculum zelf der bloemen uitstrekt, ééne bloem, die uit de meer of min ineengesmolten oorspronkelijke bloemen is te zamen gesteld.

Een merkwaardig voorbeeld van dusdanige vergroeiing van bloemen in verschillende graden heb ik vroeger gelegenheid gehad waar te nemen bij *Ranunculus acris*. De platte bloemstelen, die door eene sleuf in de breedste zijden hunne samengesteldheid verrieden, droegen aan den top langwerpig ronde bloemen, met een grooter aantal kelk- en bloembladen dan de gewone; in het midden bevonden zich bij elk van hen twee vruchtbodems met stampers, en deze waren in sommige bloemen elk door een afzonderlijken krans van meeldraden, in andere gezamenlijk door een langwerpig ronden, soms in 't midden wat ingebogenen, krans van die deelen omringd. In 't eerste geval strekte zich dus de vergroeiing der kegel-

---

onderwerp uit van eene korte mededeeling op het botanisch congres te Amsterdam in 1865 (*Bulletin* p. 146.) De uitgaaf in haar geheel werd, wegens de platen, tot eene nadere gelegenheid uitgesteld.

vormige bloemassen tot voorbij de streek der bloembladen, in het tweede ook nog tot voorbij die der meeldraden uit, terwijl in beide gevallen hunne toppen, over de streek der vruchtbladen, geheel vrij waren gebleven.

Tot deze gevallen van *synanthie* behoort ook de monstrueuse topbloem der *Digitalis purpurea*, met dien verstande, dat hier de vereeniging der bloemen haar toppunt bereikt, zich tot in den krans der vruchtbladen uitstrekt en derhalve met volkomen ineensmelting der bloemen gepaard gaat. Uit het getal deelen in elken krans blijkt, dat nu eens twee, dan eens drie bloemen tot eene enkele zijn samengesmolten *).

Ik zal nauwelijks behoeven te herinneren, dat de gewone bloem der *Digitalis purpurea* bestaat uit vijf eenigzins ongelijke kelkbladen; eene klokvormige bloemkroon met scheeven zoom, die aan de bovenzijde in twee kleinere, aan de benedenzijde in drie grootere lobben is verdeeld; vervolgens twee paar geknikte meeldraden, en eindelijk een tweehokkig vruchtbeginsel met enkelen stijl en tweelobbigen stempel. Bij de monstrueuse voorwerpen heeft de dubbele eindbloem (Pl. I) 8—10 kelkbladen, een regelmatig klokvormige bloemkroon met 8-lobbigen zoom, 8 meeldraden en in den regel een 4-hokkig vruchtbeginsel en een 4-lobbigen stempel. De driedubbele eindbloem (Pl. II fig. 7 en volg.) onderscheidt zich door een getal van 11—13 kelkbladen, een 13-lobbigen zoom aan de eveneens regelmatige bloemkroon, 12 meeldraden, en een meestal 6-lobbig stigma, waaraan 6 hokjes in het vruchtbeginsel beantwoorden. Binnen die hokjes bevinden zich meestal nog andere, waarover later. (Pl. II fig. 9—16).

In het eerstgenoemde geval is dus juist het dubbel, in het laatstgenoemde juist het driedubbel getal meeldraden en vruchtbladen aanwezig. Van de kelkbladen en lobben der bloemkroon bedraagt het aantal een paar minder dan dat dubbel- en driedubbeltal. Dit is het gevolg van een gedeeltelijken abortus,

---

*) Door VROLIK wordt t. a. p. 1842 p. 325, 326, eene topbloem vermeld, waarin de bloemkroon werd vertegenwoordigd door vijf geplooide uitspansels, en waarin zeventien meeldraden, benevens eene veeldeelig vruchtbeginsel werden gezien. Nadere bijzonderheden ontbreken, maar uit het gezegde zou men gissen, dat hier *vijf* bloemen tot één waren ineengesmolten.

waarmede de vergroeiing in den regel gepaard gaat, en die deelen treft, welke aan de zijde der vergroeiing gelegen zijn. Laat ons nu de verschillende kransen meer in het bijzonder beschouwen. De kelk heeft bij de dubbele bloem 8—10, bij de driedubbele 11--14 bloemen, terwijl het dubbel van het gewone getal 10, het driedubbel 15 bedraagt. Wij zouden dus tot een abortus van 0—2 in het eerste geval, tot een van 1—4 bladen in het tweede geval besluiten, doch inderdaad zijn er nog meer weggebleven. De gewone bloemen zijn namelijk kortgesteeld in de oksels van schutbladen gezeten, die denzelfden vorm als de kelkbladen hebben, en bij de dubbele bloem behooren dus nog twee, bij de driedubbele drie van deze organen. Nu vinden wij wel ledige bracteae onder de eindbloem, maar deze zijn zelden juist ten getale van twee of drie aanwezig, en staan nimmer op gelijke hoogte onder de eindbloem. Niet zelden vindt men ook in hunne oksels onvolkomen bloemen (Pl II, fig. 6), of deelen, die deze vertegenwoordigen (Pl. II, fig. 4—6$^a$), in verschillende overgangen, tot totale verdwijning toe. Wij moeten dus die geheel of bijkans ledige bracteae beschouwen als de bracteae van lager geplaatste zijdelingsche bloemen, in welker oksel de bloemknop geaborteerd is; en tevens aannemen dat de afzonderlijke stelen der aan den top vergroeide bloemen zoo kort zijn gebleven, dat hunne bracteae zich onmiddellijk aansluiten aan de kelkbladen, waarmede zij in vorm geheel overeenkomen. Dit in aanmerking nemende, zouden wij derhalve in den kelk der dubbele bloem 10 + 2 = 12, in dien der driedubbele 15 + 3 = 18 bladorganen moeten vinden; en worden dus gewezen op een abortus van 2—4 kelkbladen in het eerste, van 4—7 in het tweede geval; dus 1—2 van elke oorspronkelijke bloem, met iets sterker abortus waar drie, dan waar twee bloemen zijn ineengesmolten.

Omtrent de kelkbladen valt nog mede te deelen, dat eene enkele maal een werd waargenomen van meer dan gewone breedte, met dubbele middelnerf en gespleten top, zoodat bleek, dat aldaar twee kelkbladen tot omstreeks $\frac{2}{3}$ hunner hoogte met elkander waren vergroeid. Voorts werd, inzonderheid bij de driedubbele bloemen, meestal gezien, dat de bovenste kelkbladen bloembladachtig gekleurd waren en

daarbij tevens een grooter omvang, smaller voet en breeder top hadden verkregen. Overgangen, waarbij een kelkblad slechts aan de eene zijde bloembladachtig was geworden, waren ook niet zeldzaam (Pl. II, fig. 7*a*, 8*a*).

De bloemkroon heeft bij de dubbele bloem 8, bij de driedubbele 13 lobben. Hiervan zijn dus in beide gevallen twee bloembladen geaborteerd. De zooveel breeder basis der kelkbladen kan wel de oorzaak zijn van den sterkeren abortus in dien krans; noodzakelijk in deze opvatting echter niet, daar ook bij de gewone enkele bloemen niet zelden een van de vijf kelkbladen achterwege blijft.

Merkwaardig zijn bij de bloemkroon de plooien en kanten, benevens aanhangsels aan de buiten- of binnenzijde, die vaak de plaats aanwijzen, waar de stukken, die tot de verschillende oorspronkelijke bloemen behooren, met elkander vergroeid zijn. Niet zelden is de aansluiting dier stukken onvolkomen, of ontbreekt op een of meer plaatsen geheel. Alsdan vertoont zich de bloemkroon aan de eene zijde gespleten (Pl. II, fig. 1) of ook wel geheel verdeeld in twee of drie lappen, die dan niet meer rechtop staan, maar achterwaarts nederhangen. In de verhandeling van VROLIK (*Instituut*, 1842, l. c.) ziet men eene aldus gespleten bloemkroon afgebeeld.

De meeldraden zijn 8, bij de driedubbele 12 in aantal. Van dezen krans is dus niets geaborteerd, of liever niets meer dan 'tgeen ook in de gewone bloemen dezer plant regelmatig achterblijft, nl. de ééne meeldraad die zou moeten staan tusschen de lobben van de bovenlip. Indien men twee of drie zijbloemen in gedachte opricht, en zoo tegen elkander plaatst als zij in de eindbloem met elkander vergroeid moeten zijn, dan ziet men dat de ledige plaats in den krans der meeldraden bij elke van haar juist naar de zijde der vergroeiing gelegen is, dus aan die zijde waar anders een abortus als gevolg van de vergroeiing, in de eerste plaats zou moeten geschieden.

Eene enkele maal nam ik slechts 11 meeldraden waar, ook wel eens 11 vruchtbare met één onvruchtbare, terwijl omgekeerd VROLIK in het door hem beschreven geval 13 meeldraden opgeeft. Daar was dus een van de meeldraden die anders constant aborteeren, in de topbloem weder te voorschijn zijn gekomen.

De stamper heeft bij de dubbele bloemen doorgaans 4 vruchtbladen, die een vierlobbigen stempel en een vierhokkig vruchtbeginsel veroorzaken (Pl. II, fig. 3—5). Eene enkele maal was het vruchtbeginsel bij eene dubbele bloem slechts tweehokkig en de stempel tweelobbig, dus met abortus van het andere tweetal. Een andermaal waren wel vier vruchtbladen aanwezig, maar twee daarvan tot één samengesmolten, zoodat zij te zamen slechts ééne holte met ééne placenta vormden. De samengesteldheid bleek uit de dubbele nerf en de meerdere breedte. Hier was dus aan de in de peripherie der vrucht vergroeide randen het placentair gedeelte geaborteerd, terwijl de andere randen, die elkander in de as ontmoetten. eene placenta hadden voortgebracht, gelijk anders de met elkander vereenigde randen van hetzelfde vruchtblad. Zeer merkwaardig was eindelijk een derde exceptionneel geval (Pl. II, fig.6—13). Daar was de stempel drielobbig, en in overeenstemming daarmede de buitenzijde van het ovarium slechts met drie groeven of naden geteekend. Een der afdeelingen was grooter dan de beide andere, maar had een duidelijke middelnerf (Pl. I, fig. 6, 7, 9). Er waren dus drie carpellaire bladen zichtbaar. Bij voorzichtig losmaken der hokjes langs de naden bleek echter, dat het vierde vruchtblad wel aanwezig was, maar, uit den kring der overige naar binnen verdrongen, op zich zelf was blijven staan, en opgesloten was binnen het hokje, dat door 't breedste der drie peripherische vruchtbladen gevormd werd. Waarschijnlijk had dit ingesloten vruchtblad zelf de uitzetting van het buitenste tot die grootere breedte veroorzaakt; tevens vertoonde dit laatste eene kleine gaping aan de axillaire sutuur, waaruit de top van het stijlgedeelte van den vreemden gast te voorschijn kwam (fig. 8). Het verdere stijlgedeelte van dezen laatste lag (fig. 13, 6) als een draadvormig, in allerlei bochten gekronkeld ligchaam, binnen het hokje opgesloten, terwijl het onderste, ovariaal gedeelte zich binnen de enge ruimte minder dan gewoonlijk in de breedte had ontwikkeld; zijne geheele oppervlakte was tot de placenta met eitjes gereduceerd (fig. 13*b*) en deze naar de peripherie gericht. Van het buitenste, overigens zoo sterk uitgezette vruchtblad, was daarentegen de placenta (fig. 13*a*) zeer klein gebleven (zie verder de verklaring der figuren 6—13). In verband met de be-

schouwing van het samengesteld zijn der vruchten uit carpellaire bladen is deze afwijking zeker merkwaardig en instructief.

De vruchtbeginsels en vruchten der driedubbele bloemen (Pl. II) bieden eene andere bijzonderheid aan. Het aantal carpellaire bladen is daar meest 6, eene enkele maal 5. Zij staan te zamen in een wijderen kring, en in het midden der door hen gevormde hokjes vindt men nog drie, ook wel zes (respective 5) met de buitenste alterneerende hokjes (fig. 9—16), die aan een tweeden, inwendigen krans van vruchtbladen haar ontstaan verschuldigd zijn. Aan die inwendige hokjes beantwoordt een afzonderlijke stijl, die binnen den gewonen stijl verborgen is (fig. 9—11*a*, 13). Deze vrucht binnen in de eerste vrucht kan niet wel anders beschouwd worden dan als het gevolg van eene prolificatie of doorgroeijing van de as binnen de bloem, met vorming, in de eerste plaats, als de doorgroeijing gering is, van carpellaire bladen als zijdelingsche organen. Op die prolificatie, welke bij deze monstruosieteit in de meest verschillende graden is waargenomen, hebben wij nog nader terug te komen. Vooraf vestigen wij de aandacht op verschijnselen van abortus, sterker dan wij tot dusverre, als enkel gevolg van de ineensmelting van bloemen, in de topbloem der Digitalis hebben opgemerkt.

Niet zelden komen aan de plant zijtakken voor, die even als de hoofdas een zeker aantal gewone zijbloemen voortbrengen, en aan hun top eene synanthie, hier echter enkel van twee bloemen, dragen. Van een drietal dezer bloemen zal ik de getalverhoudingen opgeven. De eerste (Pl. II, fig. 1, 2) had 7 kelkbladen, eene onregelmatige aan ééne zijde gespletene bloemkroon met 7 lobben, 6 meeldraden, en een 3-hokkig vruchtbeginsel met drielobbig stigma. Eene andere vertoonde 8 kelkbladen, waarvan de bovenste bloembladachtig, een onregelmatige 6-lobbige bloemkroon, 6 meeldraden, waarvan een met één hokje, en een tweehokkig vruchtbeginsel. Eene derde, de eindbloem van een zeer zwakken zijtak, had 5 kelkbladen, eene 5-lobbige onregelmatige bloemkroon, 4 vruchtbare en één steriele meeldraad, en een 2-hokkig vruchtbeginsel. In dit laatste geval was dus eigenlijk niet meer overgebleven dan de bestand-

deelen van eene enkele bloem, en men zou dus, 't geval op zich zelf beschouwende, kunnen twijfelen, of men hier te doen had met twee vergroeide bloemen, waarvan de gezamenlijke bestanddeelen door abortus tot de helft zijn gereduceerd, dan wel met eene enkele geheele bloem, die exceptioneel als eindbloem optreedt. Dit laatste is eene monstruositeit, die ook bij Digitalis voorkomt; en alleen de analogie met hetgeen hier aan andere, sterkere takken in verschillende overgangen wordt waargenomen, maakt in dit geval de eerste opvatting meer waarschijnlijk.

Wij hebben dus aan de toppen der zijtakken een sterkeren abortus van deelen dan die, blijkens het waargenomene in de topbloem der hoofdas, als gevolg van de vergroeiing alleen kan worden aangemerkt. 't Is een abortus door uitputting. In het algemeen bewegen zich de sappen overvloediger recht naar boven dan naar de zijtakken, en de grootere abortus in de eindbloemen der zijtakken kan hier bezwaarlijk anders worden opgevat dan als een speciaal gevolg van het algemeen overwicht der hoofdas op de zijtakken. Een nog sterker voorbeeld van dien abortus door uitputting leveren de zijbloemen der hoofdas zelf, die in de onmiddellijke nabijheid der eindbloem gezeten zijn. Een van die zijbloemen is afgebeeld op Pl. II, fig. 7*b*. Hij bestond slechts uit twee kelkbladen, een drielobbige bloemkroon, één meeldraad, terwijl de stamper geheel ontbrak. In de oksels van andere bracteae te dier plaatse wordt als representant van de bloem niets anders gevonden dan een groen peperhuisvormig bladorgaan (Pl. II, fig. 6*a*), wederom in andere een enkel dun behaard steeltje (Pl. II, fig. 5*a*), terwijl bij sommige in het geheel niets wordt waargenomen, en derhalve de gedeeltelijke abortus in totale vernietiging is overgegaan.

Minder sterk, maar toch ook duidelijk, openbaart zich deze zelfde invloed der sapbeweging in de verhouding tusschen de eindbloem en de lager geplaatste, volkomen ontwikkelde zijbloemen. Een vrij groot aantal van deze ontluikt namelijk later dan de eindbloem ofschoon zij ouder zijn dan deze (Pl. I, fig. 1). Wanneer de bloeistengel kort, en dus het aantal zijbloemen niet zeer groot is, opent zich de eindbloem het eerst van alle.

Is de bloeisteng langer, dan zijn de onderste zijbloemen reeds geopend, op het oogenblik dat zich de topbloem ontsluit. Het getal nog gesloten bloemknoppen, dat zich dan tusschen beide bevindt, is verschillend; het kan een vijftiental bedragen. Wij hebben dus hier, aan den top, in de volgorde van het bloeien hetzelfde verschijnsel wat bij de definiete bloeiwijzen wordt waargenomen, en merkwaardig is het zeker, dat hier de verhouding tusschen de eindbloem en de zijbloemen dezelfde is, ofschoon de eindbloem hier uit samengegroeide zijbloemen is ontstaan. De gewone bloeiwijze van *Digitalis purpurea* is een indefiniete of centripetale tros; hier zou men het moeten noemen een tros, indefiniet of centipetraal in aanleg, maar die definiet of centrifugaal eindigt. In die uitdrukking ligt schijnbaar eenige tegenspraak; doch minder scherp dan de tegenstelling tusschen de woorden is zij werkelijk tusschen de zaken, welke door die benamingen worden uitgedrukt. Want de tegenstelling is niet absoluut. De type der onbepaalde of centripetale bloeiwijze is ontleend aan die gevallen, waarin de hoofdas geen topbloem draagt, en waarin tevens een groot aantal zijassen van dezelfde orde voorkomen, zoodat alleen en zeer duidelijk de betrekking tusschen die zijassen wordt waargenomen. Maar noch het eene, noch het andere kenmerk, uitsluitend toegepast, zou aanleiding geven tot eene waarlijk natuurlijke onderscheiding. Het karakter der definiete of centrifugale bloeiwijze openbaart zich daarentegen het zuiverst bij die inflorescentiën, waar elke as, die door eene bloem getermineerd wordt, slechts eene enkele, of een enkel paar tegenoverstaande zijassen voortbrengt. Dan heeft men nl. enkel een verschil tusschen die eindbloemen der assen van verschillende orden. Maar zoodra twee of meer zijassen of paren van zijassen van dezelfde orde worden voortgebracht, mengt zich daarbij de verhouding tusschen de zijassen van dezelfde orde. Er zijn definiete paniculae met 4 à 5 paren van zijtakken, waar de eindbloem der hoofdas nog steeds de eerst bloeijende van alle is, en die dus den naam van centrifugale bloeiwijzen in strikten zin verdienen; maar van de zijassen bloeijen de onderste, als de oudste, het eerst, en deze bieden dus onderling het verschijnsel aan, dat het heerschend karakter der indefiniete bloeiwijzen bepaalt.

Indien eindelijk, gelijk in onze monstrueuse Digitalis, nog meer zijassen van dezelfde orde aanwezig zijn, zoodat de grens wordt bereikt en zelfs overschreden, waarbuiten de topbloem niet meer alle andere in ontwikkeling vooruitijlt, dan verkrijgt men het indefiniete karakter in de verhouding tusschen de zijassen onderling, en daarnaast het definiete karakter, berustende op de relatie van hoofd- en zijassen, enkel in den top. Zoodanige trossen komen b. v. bij sommige Campanula's voor. Wij zien dan de verschijnselen vereenigd, die doorgaans gescheiden voorkomen, maar elkander daarom toch niet in absoluten zin uitsluiten.

*Prolificatie der eindbloem.* Wij merkten reeds op, dat nu en dan bij de monstrueuse eindbloem der Digitalis eene prolificatie wordt waargenomen, en dat, als de doorgroeiing der as gering is, alleenlijk een nieuwe krans van vruchtbladen binnen de reeds aanwezige wordt voortgebracht, dus eene herhaling plaats grijpt van de laatst gevormde deelen. Is de doorgroeiing sterker, dan verschijnt in het midden eene knop, waarin, als zijdelingsche organen, verschillende bloemdeelen worden voortgebracht. Van zeer sterke prolificatie heeft VROLIK t. a. p. uiterst merkwaardige voorbeelden beschreven en afgebeeld. Hij zag nl. uit de sterk verlengde as eene geheele inflorescentie met een twaalftal zijbloemen, en aan het einde wederom eene samengestelde klokvormige eindbloem ontstaan. Daar waren dus de zijdelingsche organen tot bracteën geworden met bloemknoppen in hare oksels.

't Zou zeer leerzaam zijn, indien men bij deze plant, waar de bloemdeelen betrekkelijk groot zijn, eene volledige reeks van prolificaties kon vergelijken, zoodat men de omgekeerde metamorphose der zijdelingsche organen, van carpellaire bladen tot bloemorganen en van deze tot bracteën, in al hare gradaties volgen en bestudeeren kon. Juist die tusschentoestanden zijn voor de vergelijkende studie der organen van groot gewigt. Een enkel voorbeeld, nl. een knop met verschillende onvolkomen bloemorganen, waarbij tusschenvormen tusschen deze en de carpellaire bladen, is op Pl. III, fig. 1 afgebeeld. Ziehier wat het nader onderzoek dier knop heeft opgeleverd:

Eerst 7 kelkbladen, in twee groepen van 4 en 3 met elkander vergroeid (fig. 2, 3). Vier van hen droegen een stijlvor-

mig aanhangsel aan den top (*a, b, c, d*); twee waren gesloten bij wijze van vruchtbladen (*a, b*), doch droegen, even als ook de andere, geen placenta. Deze deelen leveren dus een tusschenvorm tusschen kelk- en vruchtbladen. Daarbinnen bevonden zich 7 bloembladen (fig. 4—8), alleen aan den voet, twee tot op $\frac{1}{3}$ hunner hoogte met elkander vergroeid. Aan den voet der bloembladen vastgehecht, noch geheel opposiet, noch ook zuiver afwisselend geplaatst, 4 meeldraden, een met twee antherenhokjes (fig. 6,*a*), een dito, doch waarvan het connectief tot een bloembladachtig kapje was uitgegroeid (fig. 7,*a*), een met een dergelijk kapje en 4 antherenhokjes (fig. 8*a*); eindelijk een met breed connectief en aan weerszijden daarvan een hokje, van boven gesloten en met pollen gevuld, maar tegelijk lager, aan de opengeslagen randen, eitjes dragende (fig. 9*a*, 9*6.*a*). Iets meer naar binnen stond een dergelijke overgangsvorm tusschen carpella en stamina, een meeldraad namelijk met twee gewone antherenhokjes, doch ter halver hoogte van het filament aan de binnenzijde gespleten en aldaar aan de randen met eenige ovula voorzien (fig. 11, *b, a*). Hierop volgde een kring van samenhangende organen (fig. 10); bestaande uit een meeldraad met ovula aan het filament als boven (fig. 14, *b, a*), 4 opene capillaire bladen, van boven met een stijlvormig verlengsel, aan den rand met ovula bezet (fig. 10—18), een van hen meer onregelmatig van vorm. Hierbinnen eindelijk weer zeven carpellaire bladen, waarvan één bloembladvormig (fig. 19, 20). Ten slotte kwam, na verwijdering van deze deelen, eene knop te voorschijn, waarvan de buitenste deelen op zeven kelkbladen geleken (fig. 21). De daar nog binnen gelegen organen (fig. 22) waren te weinig ontwikkeld om hunnen aard te kunnen onderscheiden.

### 2. *Matthiola incana* R. Br. Pl. III. A.

Dat de onvolkomen bloemknoppen, bij prolificatie gevormd, instructief kunnen zijn voor de metamorphosenleer der bloemdeelen, leerde ook eene prolificatie van *Matthiola incana*, ten vorige jare in den Leidschen hortus waargenomen. Bij de bloemen dezer plant waren de stampers gedeeltelijk of geheel

opengespleten (Pl. III. A, fig. 1,*b*) zoodat men van buiten de eitjes aan den rand der vruchtbladen zag liggen. Bij deze verwijdering der vruchtbladen van elkander was tevens het anders aan *Cruciferae* eigene dissepimentum spurium geheel verdwenen. In het midden van het vruchtbeginsel stonden bij sommige bloemen, als product van geringe prolificatie, twee kleinere carpellaire bladen, afwisselend met de normale (fig. 7*a*, 8); bij andere, met sterke prolificatie, eén as-orgaan met een paar gebrekkig ontwikkelde bloemen (fig. 1, *b*, *b'* *b''*). In een van deze was een deel (fig. 2) dat in uitwendigen vorm met een opengeslagen vruchtblad overeenkwam, en ook aan zijn eenen rand eitjes droeg (fig. 2 links); maar de andere rand was ingerold en in een antherenhokje met goed gevormd pollen veranderd (fig. 2 rechts, 5). Merkwaardig was, dat aan een deel van dienzelfden rand nog een paar incomplete ovula werden aangetroffen (fig. 2*a*, 4).

### 3. *Matricaria Chamomilla* L. Pl. IV.

Bij de *Compositae* kan de bloeiwijze eene hoogere samengesteldheid erlangen door vorming van nieuwe assen uit het anthodium. Meestal komen deze voor den dag in de oksels der schutbladen, en in plaats van bloemen, vooral van randbloemen, uit het receptaculum. Zeldzaam daarentegen ontstaan zij als ware prolificaties uit het midden der flosculi zelve. Van dit laatste geval trof ik een zeer duidelijk voorbeeld aan bij de gewone kamille, *Matricaria chamomilla* (*Kruidk. Archief.* Dl. IV, p. 45 *)). Op en aan het hard getreden voetpad naast een graanakker op kleigrond, die zelf met eene menigte niet monstreuse voorwerpen dezer soort bezaaid was, kwamen ziekelijke, door een schimmel aangedane exemplaren voor, waarvan de lintbloempjes aan de randen eenigzins ingerold en min of meer grijsachtig van kleur waren, terwijl de schijf over het geheel weinig ontwikkeld was (fig. 1, 2). Bij een paar van deze voorwerpen werd de bedoelde prolificatie gezien, het sterkst bij de eind-inflorescentie (*a*) van het exemplaar dat op Pl. IV, fig. 7 is afgebeeld, min-

*) De plaat is hier in betere gravure wedergegeven.

der sterk in die der zijtakken (fig. 7 *b c*). Bij die inflorescenties (fig. 7, *a*, *b*, *c*; 15) vertoonden zich in de oksels van sommige involucraalbladen (fig. 15*a*, 14, 12), als prolificatie in de randbloemen fig. 15*b*, *b'*, 19; 9—11), en op gelijke wijze in eenige der schijfbloemen (fig. 15, *c*, *c'*, *c''*, 13, 21, 22), 't zij knoppen, 't zij, vooral naar de buitenzijde van het anthodium, duidelijk ontwikkelde stelen met een capitulum van eenigzins vervormde onvruchtbare bloempjes (fig. 16—19). In de prolificeerende flosculi waren de voortplantingsorganen geheel verdwenen. Altijd waren het capitula, die als prolificaties uit de bloempjes voor den dag traden, nimmer enkele bloemen, welk laatste ook bij andere Compositae nog niet waargenomen schijnt te zijn.

### 4. *Anemone nemorosa* L. Pl. V.

*Anemone nemorosa* heeft reeds een groot aantal gevallen van monstruositeit opgeleverd. Een daarvan, in de vorige lente bij exemplaren die in de nabijheid van Leiden groeiden (Pl. V) waargenomen, komt in sommige opzichten met reeds beschrevene overeen, maar verschilt daarvan toch weder in andere opzichten in voldoende mate om eene afzonderlijke vermelding en behandeling te verdienen. De bloemkelken, in normalen toestand gekleurd, waren vergroend en tevens hier en daar een weinig ingesneden (fig. 3—6), zoodat een overgang tot gewone bladen werd gevormd, die o. a. door DECANDOLLE in veel sterker mate bij bovendien gevulde bloemen dezer soort is waargenomen en afgebeeld. De overige bloemdeelen waren normaal. Daarbij was echter het driebladig involucrum onder de bloem verdubbeld (fig 1*a*) door de vorming van een tweeden krans dezer deelen, geheel overeenkomende met den eersten, en met dezen alterneerende. Tusschen deze kransen was de as in het geheel niet ontwikkeld, wel echter op de gewone wijze tusschen deze en de bloem. Eene enkele maal was nog een derde krans van involucraalbladen gevormd, maar nu ver van de beide eerste verwijderd, en vrij dicht nabij de bloem geplaatst (fig. 2, *a b*, 7). Daarbij waren de blaadjes van dezen krans veel eenvoudiger en kleiner, dus met toenadering ook tot den vorm der bloemdeelen.

## 5. *Ulmus campestris* L. Pl. VI.

In den Leidschen Kruidtuin staat een groote treur-yp (*Ulmus campestris*? var *pendula*) waarvan de bladen eene constante monstruositeit aanbieden, welke ik van tijd tot tijd, ook in den vorigen zomer, meer in bijzonderheden trachtte na te gaan. Men weet dat de bladen van den yp scheef zijn, doordien de lamina aan de eene zijde hooger aan den steel begint dan aan den anderen kant. Welnu, in deze monstruosieteit komt bij vele bladen, en altijd in de eerste plaats aan de kortste zijde der schijf, een klein, gesteeld blaadje voor. SCHLECHTENDAL heeft het eerst in 1844 (*Bot. Z.*, II, p. 444) melding gemaakt van deze misvorming, die eerst in de laatste jaren meer algemeen in de tuinen schijnt verspreid te zijn. Hij merkt terecht op, dat het additioneele blaadje geen vervormde stipula is, daar de stipulae even goed aan de bladen die dit blaadje voortbrengen, als die het niet bezitten, in haren gewonen vorm worden aangetroffen. Ik had eenige hoop, dat de voortgezette waarneming van dit zonderling verschijnsel, bij zijne eigene verklaring, ook die van de morphologische beteekenis van de scheefheid van het ypenblad zelf zou opleveren. Hierin werd ik tot nog toe teleurgesteld. Ik heb alleen door overgangstoestanden (op Pl. VI, fig. 1—8) afgebeeld, kunnen constateeren, dat het blaadje als een van de overige bladschijf afgescheiden deel moet worden beschouwd. In fig. 1 ziet men een normaal blad; in fig 2 is het blad aan de kortste zijde van den voet eenvoudig gelobd, in fig. 3 bijna, in fig. 4 geheel tot aan de middelnerf ingesneden. In fig. 5—6 is het nieuwe deel van de overige bladschijf geheel afgezonderd en gesteeld. Bij sommige bladen zag ik in den vorigen zomer op diezelfde wijze *twee* kleine blaadjes aan diezelfde zijde boven elkander (fig. 7), eene enkele maal ook twee tegenover elkander aan de beide zijden van het blad (fig. 8). Had men bij de Ulmaceae ook gevinde bladen, men zou meenen hier den overgang van enkelvoudige bladen tot deze te hebben gevonden. Bij het nasporen van dit verschijnsel trof mij intusschen nog een ander, nl. eene verdubbeling der bladen door laterale splitsing, in zijne verschillende trappen fig. 9—12 afgebeeld. Eerst een

blad, dat slechts aan den top is ingesneden en twee nerven heeft, die uit den voet der bladschijf naar de twee toppen divergeeren (fig. 9); vervolgens dieper ingesneden (fig. 10) en eindelijk geheel in twee nieuwe gescheiden bladen (fig. 11,*a'a*) elk der uit de splitsing geboren bladen met zijn eigen bladsteel. Tevens was hier tusschen de beide bladen eene stipula te voorschijn gekomen. In den gezamenlijken oksel der beide bladen bevond slechts één enkele knop (fig. 11, *g*). De volkomen splitsing werd eindelijk gezien in het voorwerp dat in fig. 12, doch, wat de steunblaadjes betreft, niet nauwkeurig is afgebeeld. Daar heeft elk blad zijn afzonderlijk paar steunblaadjes, en ook elk zijn eigen okselknop. Een dezer beide bladen (12 links, 13) vertoonde tevens de bekende bekervormige afwijking.

---

## VERKLARING DER PLATEN.

---

### Pl. I. *Digitalis purpurea* L.

dubbele eindbloem.

Fig. 1, Voorwerp met dubbele eindbloem; habitus.

„ 2, de bloemkroon der dubbele eindbloem opengeslagen.

„ 3, dubbele vrucht in rijpen toestand.

„ 4, zaden uit de dubbele vrucht, vergroot; *b* doorsnede.

„ 5, opzettelijk opengeslagen vruchtblad, vergroot, tot vergelijking der afmetingen in fig. 13, bij dezelfde vergrooting geteekend.

„ 6, stamper eener dubbele topbloem met ééne breede en twee smallere afdeelingen.

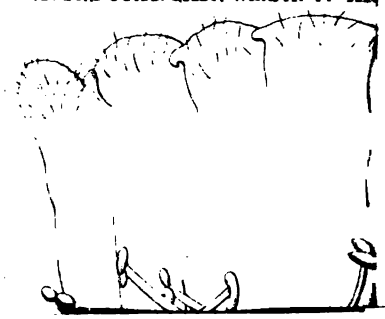
„ 7, de grootste afdeeling, van de overige losgemaakt en van de rugzijde gezien.

„ 8, dezelfde van de binnenzijde. Uit eene kleine opening komt de top van den stijl van het ingesloten vruchtblad (*a*) te voorschijn.

„ 9, het buitenste vruchtblad geopend, en na verwijdering van het ingeslotene geteekend. De placentae zijn bij de opening aan den éénen rand (*a*) blijven zitten.

W.F.R.SURINGAR. Waarn. v. m

Tab. I.



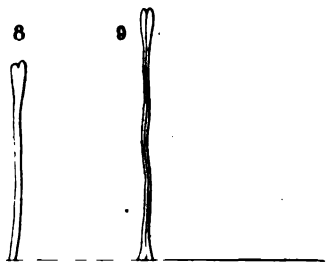


Fig. 10 en 11, het ingesloten vruchtblad, vrijgemaakt, en na opzettelijke uitstrekking van het stijlgedeelte; fig. 10 vertoont de naar de peripherie der vrucht gekeerde vlakte; 11 de naar de as der vrucht gekeerde zijde, zoodat fig, 9 en 11, even als fig. 7 en 10, de betrekkelijke standen der twee vruchtbladen aanwijzen.

„ 12, het buitenste met het binnenste vruchtblad opengeslagen en van buiten gezien, links bij *a* is de dubbele placenta van het buitenst vruchtblad, rechts bij *b* het inwendig vruchtblad met kunstmatig uitgestrekt stijlgedeelte *b'*. Vergroot.

„ 13, hetzelfde van de binnenzijde, doch het stijlgedeelte *b'* van het inwendig vruchtblad in den oorspronkelijken toestand; *b*: placenta van het inwendig, *a*: van het uitwendig vruchtblad.

## Pl. II. *Digitalis purpurea* L.

**driedubbele eindbloem, onvolkomene dubbele eindbloem van zijtakken, en in verschillende graden door abortus verminderde zijbloemen.**

„ 1, eindbloem van een zijtak, aan de ééne zijde gespleten.

„ 2, bloemkroon van dezelfde, opengelegd, met 5 volkomene en één onvolkomen meeldraad.

„ 3, stamper.

„ 4, bracteën onder eene driedubbele topbloem, gedeeltelijk loos, gedeeltelijk met zeer onvolkomen vertegenwoordigers van bloemen in de oksels (*a*, *a'*).

„ 5, het voorwerp van fig. 4*a* afzonderlijk voorgesteld.

„ 6: *a* dat van fig. 4*a'*.

„ 7, driedubbele eindbloem, met begin van prolificatie; *a*: gedeeltelijk gekleurde kelkbladen; *b*: door abortus verminderde, drielobbige zijbloem.

„ 8*a*, een half bloembladachtig kelkblad uit de vorige afzonderlijk.

„ 8, de bloemkroon met de meeldraden van eene driedubbele eindbloem opengeslagen; *a d*: stamper, *b*, *b'*: plooijen in de bloemkroon, *c*: dertiende steriele meeldraad.

„ 9, 10, 11, rijpe vruchten van driedubbele bloemen, *a*: inwendige stijl.

„ 12, 13, 14, het inwendig gedeelte der vruchten, na verwijdering der buitenkleppen, 12: in dwarse doorsnede.

„ 15, 16, dwarse doorsneden, vergroot, van driedubbele vruchten met additioneele inwendige hokjes; in fig. 16 links ziet

men twee vruchtbladen, die te zamen één hokje en éene dubbele placenta gevormd hebben.

Pl. III. A. *Digitalis purpurea* L.

Prolificatie der topbloem.

Fig. 1. De prolificatie uit de bloem van Pl. II, fig. 7 afzonderlijk voorgesteld.

„ 2, 3, buitenste krans der prolificatie, opengelegd: kelkbladen en half vervormde vruchtbladen (*a*, *b*, *c*, *d*); *a*, *b* met gesloten holte doch zonder placenta.

„ 4—9, de 7 bloembladachtige deelen van den volgenden krans, met daaraan min of meer vergroeide meeldraden (*a*, *a'*).

„ 9*, de helmknop van fig. 9 *a* vergroot; *b*: pollenvakjes, *a*: eitjes.

„ 10, het overig gedeelte der prolificatie, na verwijdering der deelen, in fig. 2—9 afgebeeld.

„ 11, de meeldraad van fig. 10 rechts afzonderlijk en iets vergroot, *b*: normale anthera; *a*: eitjes.

„ 12, de buitenste krans van de deelen van fig. 10 uitgelegd en van de buitenzijde gezien, iets vergroot, *a*: eitjes, *b*: antheren, *c c'*: stijlgedeelten.

„ 13, dezelfde van de binnenzijde, iets vergroot: letters als bij 12.

„ 14—18, de deelen van dezen krans afzonderlijk, sterker vergroot: *a*: eitjes: *b* (in 15—18) stijlgedeelten.

„ 19, overblijvend gedeelte der prolificatie, nadat de bovenvermelde deelen waren verwijderd.

„ 20, vier van de zeven vruchtbladachtige deelen (een enkel bloembladachtig) van den buitensten krans in het overgebleven gedeelte (fig. 19).

„ 21, overblijvend gedeelte na verwijdering van de laatstgenoemde organen: gevormd uit zeven kelkachtige deelen.

„ 22, niet nader te bepalen organen binnen den krans der laatstgenoemde.

Pl. III. B. *Matthiola incana* R.Br.

„ 1, Open vruchtbeginsel met daaruit te voorschijn tredende prolificatie. *a a'*: de carpella met eitjes aan de randen, *b*, *b'*, *b''*: onvolkomen bloemknoppen.

„ 2, vruchtblad uit een der bloemknoppen *b* van fig. 1; *a*: eitjes op den rand van de zijde, die overigens pollen bevat.

W.F.R. SURINGAR Waarn. v. monstrosite

Tab. III.

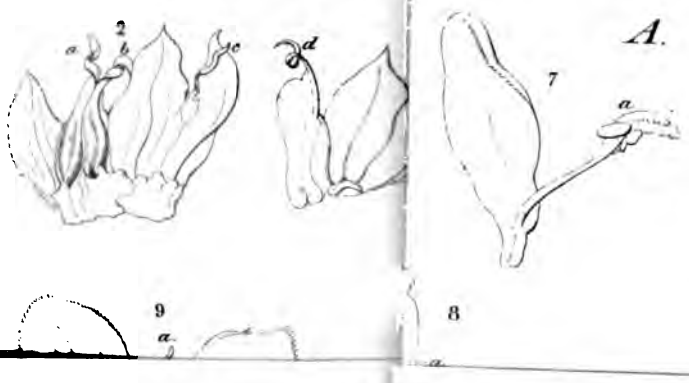


Fig. 3, open vruchtblad met eitjes aan de beide randen.
„ 4, eitje van fig. 2*a* vergroot.
„ 5, pollen uit de eene zijde van het voorwerp in fig. 2 afgebeeld; vergroot.
„ 6, gedeeltelijk open stamper.
„ 7, dezelfde tusschen de lobben overlangs doorgesneden; *a*: inwendige stamper.
„ 8, inwendige stamper van fig. 7*a* overlangs doorgesneden.

Pl. IV. *Matricaria chamomilla*. L.

„ 1, monstrueus anthodium met ingekrulde lintbloempjes, en weinig ontwikkeld receptaculum en buisbloempjes.
„ 2, hetzelfde in overlangsche doorsnede.
„ 3, tweelippig randbloempje uit hetzelfde.
„ 4, hetzelfde, na verwijdering der slippen van elkander.
„ 5—6, de voet van andere lintbloempjes met vervormde geslachtswerktuigen.
„ 7, voorwerp met prolificeerende anthodia. *a* terminaal anthodium met de sterkste prolificatie; *b*, *c*: minder sterk prolificeerende anthodia op de zijtakken.
„ 8, 8*a* verticale doorsnede van het prolificeerende anthodium der zijtakken.
„ 9—11, prolificaties in de randbloemen. *a*: anthodiumknop der prolificatie.
„ 12, prolificatie in de oksels van dekbladen.
„ 13, prolificatie (*a*) uit een buisbloempje.
„ 14, monstrueuse vorm van eene prolificatie in de oksel van een dekblad.
„ 15, doorsnede van het centraal anthodium van fig. 7*a*.
*a*: prolificatie in den oksel van een schutblad.
*b*, *b'* prolificaties uit lintbloemen.
*c*, *c'*, *c''* prolificaties uit buisbloempjes.
*d* geaborteerde buisbloempjes.
„ 16, verticale doorsnede van de prolificatie van een buisbloempje der vorige (15*c'*)
„ 17, idem in die van fig. 15*c*.
„ 18, idem van die uit een lintbloempje uit dezelfde (fig. 15*b*).
„ 19, idem uit dat van fig. 15*b'*.
„ 20, onvruchtbaar bloempje uit de prolificatie van fig. 15*b'*.
„ 21, 22, prolificeerend buisbloempje uit het centraal anthodium van twee verschillende zijden gezien.

Fig. 23, 24, onvruchtbare lintbloempjes uit de prolificatie (fig. 19) van een lintbloempje uit het centraal anthodium.

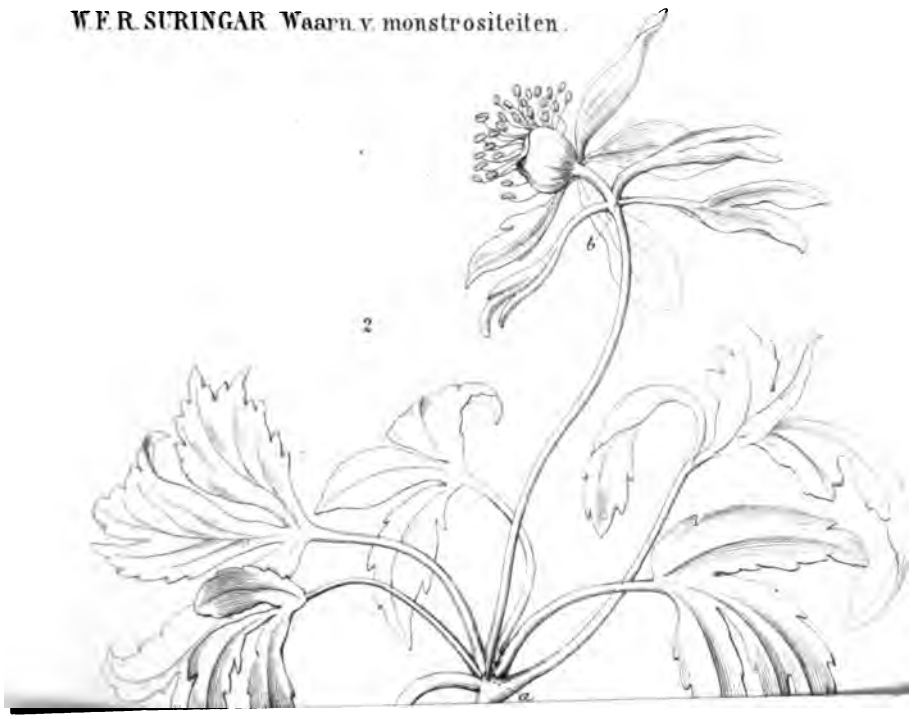
Pl. V. *Anemone nemorosa* L.

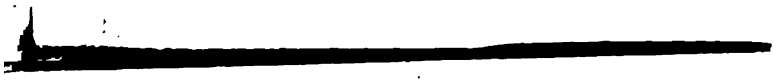
„ 1, voorwerp met verdubbelden involucraalkrans (*a*).
„ 2, voorwerp als het vorige met verdubbelden involucraalkrans in *a*, en met nog een derden in *b*.
„ 3—6, afzonderlijke bloemen, vergroend en gedeeltelijk met vervormde kelkbladen.
„ 7, het kleine additioneele involucrum van fig. 2*b* afzonderlijk.

Pl. VI. *Ulmus campestris*? L. var: *pendula*.

„ 1, normaal blad.
„ 2—6, verschillende graden van afzondering van het kleine blaadje *b*.
„ 7, blad met twee dergelijke blaadjes (*b*, *b'*) boven elkander.
„ 8, blad met twee dergelijke blaadjes (*b*, *b'*) tegenover elkander.
„ 9, beginnende splitsing van een blad; *a*, *a'*: de nieuwe toppen, *b*, *b* : additioneele blaadjes.
„ 10, verder gevorderde splitsing: *a*, *a'* als voren.
„ 11, links in het midden; geheel voltooide splitsing, wat de bladen (*a*, *a'*) en de bladsteelen betreft; *b'* additioneel blaadje aan de schijf van *a'*; op dezelfde hoogte rechts afzonderlijk de voet dezer bladen, *st*, *st'* de twee oorspronkelijke stipulae; *g*: gezamenlijke okselknop; daaronder is de derde stipula weggenomen.
„ 12, volkomen voltooide splitsing, met vorming van twee stipulae voor elk blad en afzonderlijke okselknop.
„ 13, blad met abnormale kruikvorming.

W.F.R. SURINGAR Waarn. v. monstrositeiten.





# DESCRIPTION ET FIGURE

D'UNE ESPÈCE INSULINDIENNE

# D'ORTHAGORISCUS.

PAR

P. BLEEKER.

*Orthagoriscus oxyuropterus* Blkr.

Orthag. corpore suboblongo maxime compresso, altitudine supra anum 1 $\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine absque, 2 fere in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis ante aperturum branchialem 4 $\frac{1}{2}$ circ. in ejus altitudine supra anum; capite 2 $\frac{1}{2}$ circ. in longitudine corporis absque-, 3 $\frac{1}{3}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali; lineis, rostro-dorsali rostro et nucha convexa fronte concava, mento-anali ubique regulariter convexa; oculis diametro 6 $\frac{1}{2}$ ad 7 in longitudine capitis, diametro 1 circ. a linea rostro-frontali remotis; rostro lamina ossea nulla, valde convexo, oculo plus duplo longiore, apice sat longe infra oculi marginem inferiorem sito; naribus ante medium oculum perforatis oculo vix magis quam apici rostri approximatis (sinistro latere binis approximatis, dextro latere simplicibus) minimis rotundis; maxillis aequalibus; apertura branchiali oculi diametro multo altiore; cute capite, trunco pinnisque granulis minimis scabra, granulis lateribus inferne et cauda postice scutella quadri- ad pluri-angulata contigua efficientibus: pinnis imparibus basi late unitis, dorsali et anali forma et magnitudine subaequalibus, plus duplo altioribus quam medio latis apice obtusiuscule rotundatis corpore minus duplo humilioribus; caudali triangulari apice truncatiuscula, capite paulo tantum breviore, longitudine 3 circ. in longitudine trunci cum capite, multo minus duplo altiore quam longa, apice quam basi plus quadruplo hu-

miliore, superne et inferne lamina ossea scabra oblonga armata, marginibus superiore et inferiore undulata; pectoralibus obtusis rotundatis capite plus duplo brevioribus; colore corpore superne fuscescente-olivaceo, lateribus olivascente-aurantiaco, inferne argenteo-griseo; iride viridi margine pupillari aurea; sclerotica dilute coerulescente; pinnis violaceo- vel aurantiaco-fuscis, caudali basi vittis undulatis, dimidio libero maculis rotundis sat confertis dilutioribus; regione subbranchiali guttulis sparsis nigris.

P. 1/8. D. 6/14 (17 anteriores contigui, ceteri distantes). A. 6/10 (13 anteriores contigui, ceteri distantes). C. 23 (omnes simplices, medii 4 geminatim approximati).

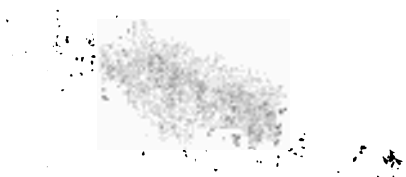
Hab. Amboina, in mari.

Longitudo speciminis unici 380‴ absque-, 506‴ cum pinna caudali.

Rem. Le Musée de Leide doit à M. S. D. Hoedt un bel exemplaire d'un Orthagoriscus, pêché près de l'île d'Amboine, qui me paraît être d'une espèce inédite et qui est remarquable par la forme triangulaire et relativement allongée de la nageoire caudale et par les petites lames anguleuses de la partie antéro-inférieure du tronc et de la queue.

M. Günther, dans le huitième volume de son grand Catalogue, n'adopte que trois espèces d'Orthagoriscus, le mola et le lanceolatus, deux espèces à peau simplement scabre (sousgenre Orthagoriscus), et le truncatus, espèce à peau couverte de scutelles anguleux rudes (sousgenre Ranzania).

Je ne connais le lanceolatus Lién. que par la diagnose de M. Günther, contenue dans ce peu de mots: « Body oblong, covered with a rather rough skin. Caudal fin as long as deep, and spotted with grey. D. 24. A. 21. C. 19. P. 17." L'espèce fut découverte par Liénard à l'île Maurice et publiée dans le Magasin de Zoologie, 1840 p. 291. Le lanceolatus, d'après cette diagnose, doit être voisin de l'espèce actuelle et il se pourrait même fort bien qu'il n'en fut pas distinct. La forme de la caudale y doit être plus ou moins celle de l'oxyuropterus, où cependant cette nageoire est beaucoup moins longue que haute et revêt une forme triangulaire à sommet tronqué et un



peu arrondi dont la hauteur mesure environ cinq fois dans la hauteur de la base. Puis il n'est point parlé dans la diagnose du lanceolatus, des scutelles scabres du bas de la partie antérieure du trone et de la queue. Il est placé même dans le sousgenre Orthagoriscus, caractérisé par une peau simplement scabre. La formule des nageoires du lanceolatus ne va pas non plus à celle de l'oxyuropterus, où la pectorale a huit, la dorsale quatre, et l'anale cinq rayons de moins et la caudale au contraire quatre rayons de plus. Même si l'on ne compte que le total des rayons des nageoires verticales, pour éviter l'erreur qui a pu être commise en comptant quelques rayons de la caudale comme des rayons de la dorsale ou de l'anale, on obtient pour le lanceolatus le chiffre de 64 et pour l'oxyuropterus celui de 60 seulement. Du reste la caudale, dans le lanceolatus, est tachetée de gris, comme dans l'espèce actuelle. Quant à la formule des rayons de la pectorale du lanceolatus, il est possible qu'elle doive être lue 1/7 et non 17, ce qui la rapprocherait beaucoup de l'oxyuropterus. Le nombre des rayons de la pectorale étant donné pour le mola = 12 ou 13 et pour le truncatus = 13, il se peut bien aussi que celui du lanceolatus ait été rendu correctement, n'étant que de quatre de plus que dans les espèces nommées.

Des recherches ultérieures devront décider si l'espèce actuelle soit en effet inédite ou à rapporter au lanceolatus.

*La Haye*, Septembre 1872.

# TWEEDE MEDEDEELING

OMTRENT DE

# AFRIKAANSCHE PIJLVERGIFTEN,

DOOR

**A. W. M. VAN HASSELT.**

Gedaan in de Gewone Verg. van 25 Januarij 1873.

In October van het afgeloopen jaar had ik de eer, een schrijven te ontvangen van Dr. THOMAS R. FRASER, leeraar aan de hoogeschool te Edinburgh, ter begeleiding van een afdruk eener verkorte Verhandeling van ZEd. *On the Kombi Arrow-poison of the Manganja district of Africa*, opgenomen in *the Proceedings of the Royal Society of Edinburgh for* 1869—70, p. 99.

De Heer FRASER stelde mij daarbij beleefdelijk de vraag voor, in hoeverre zijne onderstelling, — dat het door hem in 1870 beschreven *Kombi* pijlvergift identisch is met het door mij, in *Bijdrage tot de kennis der Afrikaansche pijlvergiften*, van Maart 1871 *), sub. *a* genoemde, *Guinée*'sche pijlvergift, — met mijn gevoelen daaromtrent overeenkwam? ZEd. betuigde mij, hierin groot belang te stellen, te meer dewijl hij het voornemen had, een meer uitgewerkt verslag over dit pijlvergift in het licht te geven.

Na zorgvuldige vergelijking onzer bevindingen, had ik het genoegen, ZEd. terstond een toestemmend antwoord te kunnen doen toekomen.

Door sedert gevolgde welwillende toezending van het beloofde nieuwe verslag, onlangs gepubliceerd in *the Journal of Anatomy and Physiology*, vol. VII, zie ik mij thans in staat gesteld,

*) De Heer FRASER droeg slechts kennis van deze *Bijdrage* door eene Fransche vertaling in de *Archives Néerlandaises des Sciences*, p. 1872.

een nog in het duister gebleven punt omtrent de *botanische* afkomst van één der voornaamste Afrikaansche pijlvergiften nader toe te lichten; en den aard der *physiologische* werkingswijze van het hier ter plaatse vroeger door mij besproken *Guinée*'sche pijlvergift te kunnen bevestigen. Daar de Heer FRASER dit pijlvergift, eenige maanden vóór mij, onder een' anderen naam, heeft beschreven, zal ik verder zijne benaming overnemen van *Kombé*-pijlvergift *).

1°. *Botanische* afkomst.

In mijne Corollaria der bedoelde bijdrage had ik, sub. 5, de onderstelling gemaakt:

„ Dat het hoofdbestanddeel van beide Afrikaansche pijlvergiften misschien door eene *Echites*-soort wordt opgeleverd."

De Heer FRASER had, kort vóór het verschijnen van mijn opstel, hetzelfde onderwerp uitvoeriger en met betere kennis van zaken behandeld. Daartoe zag hij zich uitnemend in staat gesteld door twee toezendingen, — eene van Prof. CHRISTISON, behoorende tot de door den Heer WALKER verzamelde specimina van pijlvergiften en plantendeelen, afkomstig uit de expeditie van den overleden bisschop MACKENZIE naar *Kombé*, gelegen op Afrika's Westkust, nabij den evenaar, — de andere van Prof. SHARPEY, afkomstig van Dr. KIRK, Engelsch consul te Zanzibar, uit het distrikt Manganja, gelegen in het zuid-oosten van Afrika, in den omtrek der Victoria-falls van de Zambesi-rivier, alwaar Dr. LIVINGSTONE mede in de gelegenheid was geweest met de bogen en de met dit vergift bedeelde pijlen †) kennis te maken.

Dr. KIRK nu schrijft, dat de moederplant van het bedoelde pijlvergift tot de dikke houtachtige klimplanten langs de hoogste boomsoorten in de bosschen van Manganja behoort; dat de stam een' doormeter bereikt van verscheidene Eng. duimen en eene ruwe schors vertoont; dat de bloemen lichtgeel zijn en in October beginnen uit te botten; dat de vrucht eerst rijp

*) In zijne eerste verhandeling schrijft de Heer FRASER zoowel dit p.v. als zijne vindplaats met een *i*, „Kombi"; in de tweede worden beide Kombé geschreven.

†) Diens beschrijving van de aldaar gebezigde vergiftige *pijlen* komt in de hoofdzaak overeen met de mijne van die der Boejesmans.

is in Junij, en dat alleen het binnenbekleedsel van het vruchthulsel met de daarin bevatte zaden gedroogd en ten gebruike bewaard wordt.

Dr. FRASER zelf beschrijft de hem toegekomen vruchthulsels (follicles) *) als eene lengte te hebben van ruim 9 à 12 Eng. duimen, en eene grootste breedte of dikte van nagenoeg 1 Eng. duim, bij een gewicht van 130 tot 330 greinen. Deze hulsels bevatten van 100 tot 200 zaadjes, ieder wegende plus minus $\frac{1}{7}$ grein, en voorzien van een broos stijltje of steeltje, met een zeer fraai behaard aanhangsel (comose appendix).

Bij vergelijking dezer beschrijvingen met de vroegere aanwijzingen, door CLAPPERTON en GRIFFON gegeven en in mijne bijdrage aangehaald, zal men vinden, dat deze in de hoofdzaken eene groote overeenkomst vertoonen, alleen de lengte van de folliculi wordt nog al uiteenloopend aangegeven, doch die kan, als bij andere vruchten, lichtelijk eenig individueel verschil opleveren.

Op grond van deze en andere gegevens, en vooral door latere ontleding der toegezonden bloemen, heeft Prof. OLIVER te Kew de moederplant van het Kombé-pijlvergift erkend, als tot de natuurlijke orde der *Apocynaceae* te behooren, en haar gebracht tot het geslacht *Strophanthus* van DE CANDOLLE. Hare soortsbepaling heeft hij eerst gesteld als *Str. hispidus* DC., doch, bij nader inzien, dezen soortnaam weder verworpen en de plant nu, in de *Icones Plantarum*, N°. 4, definitief beschreven onder den nieuwen naam van *Str. Kombé*.

Mijne hoofd-diagnose der plant in kwestie, als te brengen tot de tribus *Echiteae* van ENDLICHER's Ordo Apocynaceae, subordo Euapocyneae, blijft alzoo van kracht, doch zij wordt niet door eene *Echites*-soort, maar door eene nieuwe species van het genus *Strophanthus*, tot dezen tribus behoorende, vertegenwoordigd, welke uitkomst den reeds door ons geacht medelid OUDEMANS (C. A. J. A.) omtrent het geslacht *Echites* uitgesproken twijfel bevestigt.

---

*) Ofschoon dit niet wordt vermeld, mag men uit de oorspronkelijke beschrijving opmaken, dat deze en andere plantendeelen, zoowel uit Oost- als West-Afrika verkregen, dezelfde kenmerken bezitten.

2°. *Physiologische* werkingswijze.

Hieromtrent had ik in mijne Corollaria, sub. 6, geschreven: „Het schijnt, zoo door de dierproeven van PELIKAN als door de onzen *) uitgemaakt, dat *beide* deze pijlvergiften tot de zoogenaamde *Herzgifte* mogen worden gerekend."

Wanneer ik zoo hier als in de vorige Corollaria van *beiden* der meest bekende Afrikaansche pijlvergiften sprak, zoo moet ik thans doen opmerken, dat eigenlijk alleen over de afkomst van het *Kombé* arrow-poison FRASER (= mijn pijlvergift van Guinea) door de jongste onderzoekingen een nieuw licht is opgegaan, en dat wij omtrent het *Kaapsche* pijlvergift (bij gebreke van plantkundige aanwijzingen) nog altijd slechts het vermoeden kunnen blijven uitspreken, — op grond der overeenkomstige wijze van werking op het *hart*, — dat dit met het vorige identisch is †).

Voor dit eerste echter hebben nu de schoone onderzoekingen van FRASER de zaak tot volle klaarheid gebracht. Hij heeft toch niet alleen met het *Kombé*-pijlvergift zelf, als voornamelijk met een, uit *Strophanthus*-zaden bereid, alcoholisch extract, zijne, voor deze beiden geheel overeenkomstige, proeven genomen, niet uitsluitend op kikvorschen, — zoo als de mijne, — maar ook op konijnen, honden, katten en duiven §), en daardoor, geheel onafhankelijk van vroegere of latere experimentatoren, met de meeste zekerheid, de voorloopige uitspraak van PELIKAN, omtrent het pijlvergift uit *Gabon* (hoogst vermoedelijk identisch met

*) Ik wensch hier ter plaatse in herinnering te brengen, dat mijn experimenteel onderzoek ten dezen steeds is geschied onder medewerking van mijnen vriend Dr. KOOYKER.

†) Ik kan, met het oog op dit *Kaapsche* pijlvergift, niet nalaten, mijne bevreemding uit te drukken, dat de Heer FRASER, in zijne *tweede* verhandeling, dus met kennis van zaken, hiervan met geen enkel woord gewag heeft gemaakt, ZEd. haalt mijne bijdrage, — zonder eene enkele letter meer, — *alleen* aan op blz 141, om te constateeren, dat het *Kombé*-pijlvergift „ook in Guinea wordt aangetroffen." Zelfs het eerste aandeel van PELIKAN, in de ontdekking der werking van het Kombé-pijlvergift op het *hart* (1865) wordt evenmin aangeroerd. Dit stilzwijgen is des te minder verklaarbaar, dewijl daarentegen eenige *niet* gepubliceerde proeven met hetzelfde pijlvergift, die door Prof. SHARPEY reeds in 1862 zouden zijn bewerkstelligd, in eene noot (blz. 154) *wel* worden gecommemoreerd. Waartoe toch zelfs ook hier wederom eene prioriteitsvraag?

§) Bij deze dieren kan intusschen de verlammende werking op het *hart* op verre na zoo duidelijk en zeker niet worden geconstateerd als bij kikvorschen.

dat uit *Kombé*), geconstateerd bevonden, dat dit, zoowel als zijne moederplant, tot de *hart-vergiften* (cardiac poisons) van KÖLLIKER, PELIKAN en andere moet worden gerekend. Voor deze proeven heeft hij het werkzaam beginsel uit de *Strophanthus*-zaadjes afgescheiden door behandeling met sterken alcohol; de aldus verkregen geelgroene tinctuur werd aan voorzichtige destillatie onderworpen en het residu, onder de luchtpomp, op een waterbad, zachtjes uitgedampt. Het aldus verkregen, uiterst bittere, extract bestond voor de helft nog uit eene onwerkzame, vaste olie en vertoonde, bij mikroskopische bezichtiging, eene ruime hoeveelheid naaldvormige kristalletjes, die het principium activum, voor hetwelk hij voorloopig den naam van *strophanthine* voorslaat, schijnen op te leveren.

Met $^1/_{20}$ste grein van dit alcoholisch extract, langs verschillende wegen aangebracht, verkreeg hij reeds spoedig doodelijke uitwerking op kikvorschen, met $^1/_{10}$de op duiven, met $^1/_8$de op konijnen, enz.

Voor de verdere détails naar het origineel verwijzende, trekt de schrijver daaruit de volgende conclusiën:

1. Strophanthus (= Kombé-pijlvergift) werkt *oorspronkelijk* op het *hart* *) en brengt ten slotte verlamming van dit orgaan, bij systole der kamers, te weeg.

2. De *ademhaling* duurt, bij koudbloedige dieren, nog eenige minuten na den geheelen stilstand van het hart voort.

3. De *willekeurige spieren* van het ligchaam worden alsnu aangetast; zij geraken eerst in ligte convulsiën, onder verhooging van tonus, doch daarna gaat ook hare verrichting weldra paralytisch verloren, terwijl zij dan snel verstijven en eene zure

*) In gevolge *negatieve* reactie op galvanische prikkeling van geheel uitgesneden en in stukken verdeelde kikkerharten, onmiddellijk na stilstand door dit vergift, helt de schrijver eenigszins over tot het gevoelen van onmiddellijken of *rechtstreekschen* invloed op het spierweefsel van het hart, zonder tusschenkomst van de nervi en ganglia intra-cardiaca. Het is jammer, dat voor dit vraagstuk de vergelijkende proef van PELIKAN niet is genomen, ik bedoel die waarbij een uitgesneden, nog kloppend hart, gelijktijdig met eene uitgeprepareerde spierzenuw, in eene waterige oplossing van het hartvergift wordt gedompeld, waarna, bijv. bij antjar, bleek, dat het eerste wel, de laatste niet spoedig hunne ontvangbaarheid voor den galvanischen prikkel verloren. — Daar mijn kleine voorraad *Kaapsch* pijlvergift was uitgeput en ik geen *Kombé* pijlvergift bezat, ben ik ook niet in de gelegenheid geweest, deze contrôle-proef zelf te nemen.

reactie vertoonen. Hare verrichtings-stoornis echter komt slechts *opvolgend* tot stand, na de einduitwerking op het hart. Intusschen geschiedt zij *onafhankelijk* van de laatstgenoemde, evenals van die op het cerebro-spinaalstelsel, maar is als gevolg te beschouwen van *direct* contact van het werkzaam beginsel met de spiervezelen zelve.

4. De reflex-verrichting, uitgaande van de *medulla oblongata* en *spinalis*, wordt opgeheven spoedig na de totale paralyse van het hart, doch het *motorische* geleidingsvermogen zoowel van deze centra als van de groote zenuwstammen duurt nog voort tot na de geheele verlamming der gestreepte spiervezelen.

[Wanneer men, zoo in het algemeen, als in de van 1—4 geresumeerde bijzonderheden, de uitkomst dezer proeven *) vergelijkt met die voor andere der meest bekende *hart-* en *spiervergiften* verkregen, zoo komt mij voor, dat aan deze vier gegeven corollaria van F. nog één kon worden toegevoegd, namelijk:

5. De physio-toxicologische werking van het extractum alcoholicum van *Strophanthus Kombé* OLIV. vertoont eene treffende overeenkomst met die van het gedroogde latex der *Antiaris toxicaria* LESCH.; of, met andere woorden, FRASER's *strophanthine* werkt, in toxico-dynamischen zin, analoog met MULDER's *antiarine*.]

---

Om te besluiten, kan ik nog omtrent een ander der verschillende, althans tot hiertoe onder andere namen aangevoerde, Afrikaansche pijlvergiften eene kleine voorloopige mededeeling doen, t w. aangaande dat der *Somali's* of *Somauli's*, een' negerstam uit het meest oostelijk gelegen gedeelte van Afrika, nabij de Golf van Aden (Rijk van Adsjan). Mijn vriend, de Heer Dr. DAMMANN, Officier van Gezondheid der 1ste klasse bij onze Marine, heeft op zijne laatste zeereis, uit Aden, een' boog, pijlkoker en eenige vergiftigde pijlen van dezen volksstam medegebracht. Uit zijne, met den Heer Hoogleeraar PLACE, in het Physiologisch laboratorium hier ter stede, genomen voor-

*) Hierbij heeft F. de nieuwere middelen der experimenteele physiologie, — zooals voorafgaande vernietiging van het ruggemerg, of opheffing der reflex-beweging door methyl-strychnine, doorsnijding der nervi vagi, isoleering van den nervus ischiadicus, ligatuur van de spieren der ledematen, enz. — met de meeste zorg en beleid in toepassing gebracht.

loopige proeven, is nu reeds althans deze uitkomst verkregen, dat de vroegere opgaaf omtrent deze soort van Afrikaansche pijlvergiften door ARNOTT gedaan, als zoude het *strychnine*-houdend zijn (zie mijne vorige Bijdrage) niet bevestigd werd, daar het geene tetanische uitwerking vertoonde. Kan het zijn, dat ARNOTT misschien op een botanisch dwaalspoor is geraakt? dat hij niet de werking heeft beproefd, maar vernomen of gezien heeft, dat het uit eene *klimplant* (door hem verkeerdelijk voor eene *Strychnos*-soort aangezien) werd bereid? destijds nog niet bekend met het feit, dat ook andere klimplanten (resp. de *Strophanthus*) in dit werelddeel tot de bereiding van pijlvergiften worden gebezigd. Immers deze hypothese heeft dit vóór zich, dat het Manganja-distrikt, waar het Kombé-pijlvergift insgelijks wordt aangetroffen, ofschoon meer zuidelijk, toch ook aan hetzelfde gedeelte der oostkust van Afrika is gelegen. De proefnemingen van de H.H. PLAGE en DAMMANN hebben evenwel tot nog toe *niet* geleid tot de ontdekking der identiteit van het *Somali-* met het *Kombé*-pijlvergift in hunne werking op het hart. Nadere resultaten hierover zullen hoogst welkom zijn en zal eene zorgvuldige beproeving van dit pijlvergift voorzeker weder krachtig kunnen medewerken, om den sluijer, die zoo langen tijd over den aard der Afrikaansche pijlvergiften gehangen heeft, meer en meer op te lichten.

Thans reeds is dit feit hoogst merkwaardig, dat zeker in twee, misschien (met het oog op de Kaapsche binnenlanden) in drie, zoo verre van elkander verwijderde distrikten in dit groote werelddeel, en bij eene zóó oneindige verscheidenheid als de tropische plantengroei aanbiedt, door onkundige negers, als bij instinkt, één en *dezelfde* plant wordt uitgekozen tot bereiding hunner het hart verlammende pijlvergiften. Trouwens dit zelfde bevreemdende verschijnsel is, op onze Oost-Indische eilanden, voor den „Javaanschen gift- of Makassaar'schen spatboom", nog sterker gebleken, als hebbende het melksap der beruchte Antiaris toxicaria niet alleen op Java en Celebes, maar ook op Borneo en de eilanden-groep van Sumatra, langen tijd één der hoofdingrediënten van de daar gebezigde pijlvergiften uitgemaakt.

*Amsterdam*, Januarij 1873.

# UEBER DIE

# NATÜRLICHEN ULTRAMARIN-VERBINDUNGEN.

VON

H. VOGELSANG.

Seitdem in letzterer Zeit die Ansicht mehr und mehr zur Geltung gekommen, dass es ein nicht geringeres Verdienst ist, eine unberechtigte Species in der Mineralogie zu unterdrücken als eine neue zu entdecken, hat sich auch die interessante Gruppe der natürlichen Ultramarin-Verbindungen schon mehrere wohlbegründete Eliminationen gefallen lassen müssen. Mit reichlichem Materiale ausgerüstet sprach VOM RATH *) auf Grund einer genaueren Analyse dem Berzelin (NECKER) seine Selbständigkeit ab, FISCHER' †) entlarvte den Ittnerit und Skolopsit als zersetzte und mit Mikrolithen erfüllte Gemenge und auch für den Asiatischen Lasurstein oder vielmehr für den blauen Bestandtheil dieses Gemenges dürfte schon nach den bisherigen Resultaten die Selbständigkeit der Species kaum mehr aufrecht zu erhalten sein.

Die Heterogenität der als Lasurstein verbreiteten Mineralien ist zuerst durch die Untersuchungen von NORDENSKJÖLD in überzeugender Weise dargethan **), und soweit seine Resultate für die folgenden Mittheilungen von besonderem Interesse sind, will

*) VOM RATH, *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.* 1866. S. 547.

†) H. FISCHER, *Kritische Mikroskopisch-Mineralogische Studien.* Freib. i. Br. 1869. S. 36.

**) N. NORDENSKJÖLD, Ueber Lasurstein und die mit demselben vorkommenden Mineralien. *Bulletin de la Soc. Imp. des naturalistes de Moscou.* T. XXX, 1857. p. 213.

ich dieselben kurz hervorheben. NORDENSKJÖLD erwähnt zuerst ausgezeichnete Krystalle von Lasurstein aus der Bucharei (Würfel und Dodekaeder) „deren Flächen nicht ganz glänzend sind, im Allgemeinen eine hochblaue Farbe haben, während andere stellenweise ganz farblos sind." Die Krystalle sitzen in Kalk, mit einem feldspathartigen Mineral und mit eingesprengten Krystallen von Schwefelkies, die gewöhnlich sehr klein, selten aber in Brauneisenstein verwandelt sind. „Alle Belegstücke, sagt NORDENSKJÖLD, die ich aus der Bucharei gesehen, haben auf ihrer Oberfläche ein eignes mattes Aussehen, als ob sie geglüht wären, aber nur so schwach, dass die Kohlensäure des Kalkes nicht entwichen ist."

Die Untersuchung des Lasursteins vom Baikalsee aber „gab ganz unerwartet an die Hand, dass die eigenthümliche hochblaue Farbe des Lasursteins selten natürlich, sondern gewöhnlich entweder durch Einfluss irgend eines Vulkans, oder, was noch wahrscheinlicher, durch künstliche Erhitzung erzeugt worden ist."

Was die letztere Ansicht betrifft, wonach also der Lasurstein unserer Sammlungen künstlich gefärbt wäre, so kann dieselbe in ihrer Allgemeinheit auf den Lasurstein vom Baikalsee jedenfalls keine Anwendung finden, denn MEGLITZKY beschreibt das geognostische Vorkommen im Sludjauka-Thal, wo der Lasurstein unregelmässige Nester im krystallinischen Kalk bildet*).

Auch dürfte der begleitende krystallinische Kalk und Schwefelkies jene Ansicht im Allgemeinen unwahrscheinlich machen. Wenn aber die Krystalle aus der Bucharei „aussehen als ob sie geglüht wären" so theilen sie diese freilich ziemlich unbestimmte Karakteristik mit so ziemlich allen bekannten Noseanund Hauynkrystallen und überdies mit vielen anderen Mineralvorkommnissen, bei denen vulkanische Einwirkungen mit viel weniger Grund für die Bildungsweise in Anspruch zu nehmen sind.

Jedenfalls besteht auch für jene Krystalle kein Grund an ihrer natürlichen Färbung zu zweifeln, so lange über das

---

*) Vgl. PETERMANN's *Mittheilungen*. 1857. S. 147.

Vorkommen derselben keine bestimmteren Mittheilungen vorliegen *).

Die Untersuchungen von NORDENSKJÖLD beweisen jedoch unzweifelhaft, und die betreffenden Versuche sind leicht zu wiederholen, dass eine sekundäre Erhitzung auf die Färbung des Lasursteins von modificirender Wirkung ist. „Wurde ein gefärbtes Stück (vom Baikalsee) einer schwachen Löthrohrflamme ausgesetzt, so sammelte sich die oft schwache aber gleich vertheilte Farbe an einigen scharf begrenzten Stellen an, und nach Abkühlung waren diese Stellen hochblau gefärbt — Ein Stück enthielt stellweise gefärbte Massen eines rothen, violetten und blauen Minerals, das wiederum in einem anderen, meistentheils aus einem weissen, feldspathartigen Minerale bestehenden Steine sass. Die farbigen Parthien nahmen, welche Farbe sie auch früher hatten, bei Erhitzung eine hochblaue Farbe an. Auf den Durchgängen findet man jedoch, dass sich das Farbenpigment auch mit dem feldspathähnlichen Minerale vereinigt hat. Das Mineral, das den eigentlichen Lasurstein ausmacht, und bei dem sich zuerst das Pigment sammelt, ist regulär (∞ 0, ∞ 0 ∞). Die Farbe der Krystalle ist blauviolett, sie haben einen glänzenden Bruch im Durchgange, mit einem noch violetteren, sogar rothen, nicht begrenzten Kern, und werden beim Glühen ganz hochblau.

Das angeführte glasige Mineral nimmt ebenfalls das Pigment auf; es hat einen kleinsplittrigen Bruch ohne merkbaren Durchgang und kommt in vierseitigen Prismen vor."

Dies neue Mineral hat NORDENSKJÖLD *Paralogit* genannt. Es wird auch eine chemische Analyse desselben mitgetheilt, und zwar scheint der Verfasser der Ansicht zu sein, dass dazu homogene Substanz verwendet wurde, obgleich auch hier wieder von „blauen Parthien" der Stücke die Rede ist, und überdies durch schwache Säure kohlensaurer Kalk daraus gelöst wurde,

*) Da wir die Zufuhr von Lasurstein nach Europa vornehmlich dem ehemals bedeutenden technischen Werthe desselben zu verdanken haben, so sind die meisten Stücke ohne sichere und genügende Etikette in die Sammlungen gekommen, und selbst von den weit umfassenden Fundstellen wie Tartarei, Tibet, Persien, u. s. w. mögen einzelne im Ganzen wie im Besonderen zweifelhaft sein.

so dass der Stein nachher „wie von Würmern angefressen" aussah. Die Analyse deutet übrigens ebenso wie die Form auf eine Varietät des Wernerit. Bemerkenswerth ist noch die Angabe über die grosse Härte des Paralogit; sie soll grösser sein als die des Quarzes, sogar bis 7,5; „die farbigen Theile sind doch weniger hart."

Ich habe die wichtigsten Stellen aus der Abhandlung von NORDENSKJÖLD wörtlich mitgetheilt, weil es von Interesse ist, die Ansichten dieses ausgezeichneten Forschers, namentlich in Betreff der Färbung des Lasursteins klar zu stellen. NORDENSKJÖLD nimmt also sowohl für das reguläre Mineral als auch für den Paralogit, sofern sie gefärbt sind, ein Pigment an, das sich durch natürliches oder künstliches Erhitzen der betreffenden Körper bildet oder „ansammelt," und das vielleicht vorzüglich in diesen Mineralien auftritt, aber doch wohl nicht unbedingt damit verbunden, sondern an sich irgend eine fremde selbständige Verbindung wäre.

H. FISCHER hat sich bei seinen dankenswerthen mikroskopischen Untersuchungen auch sehr eingehend mit dem Lasurstein beschäftigt *); er hat die Heterogenität an verschiedenen Stükken nachgewiesen und näher erläutert, in Betreff der Färbung aber sich im Allgemeinen der Ansicht von NORDENSKJÖLD angeschlossen. „Da die Hauptbestandtheile des Lasurits in anderen Silikaten wie bekannt farblos auftreten, so mag es mit der Annahme eines besonderen Natriumsulphids eventuell neben einem polythionsauren Natron als blauem Pigment vielleicht seine Richtigkeit haben, und dies würde also nur gewissen Partikeln der als Lasurstein cursirenden Substanz zukommen, da ganz farblose dazwischen liegen."

Von fünf verschiedenen Stücken, die aber sämmtlich ungenügend (China!) etikettirt sind, habe ich ebenfalls mikroskopische Präparate angefertigt, und kann demnach die Beobachtungen FISCHER's aus eigener Anschauung bestätigen Zweifelhaft sind mir nur die farblosen, nicht gestreiften Stellen, welche „bei gekreuzten Nicols farblos bleiben, aber dann bei einer

*) H. FISCHER, *Kritische Mikroskopisch-mineralogische Studien.* Freiburg i. Br. 1869. S. 40. ff.

Horizontaldrehung des Schliffes einen äusserst schwachen Stich in smalteblau annehmen" *). Ich habe aus meinen Präparaten nur die Ueberzeugung gewinnen können, dass die isotrope Substanz, wo sie die ganze Dicke des Präparates ausmacht, meist dunkel violett gefärbt, dass dieselbe jedoch in der Regel mit weissen oder farblosen doppelt brechenden Partikeln sehr innig verwachsen ist, und so einerseits im gewöhnlichen Lichte heller blau erscheint, andererseits zwischen gekreuzten Nicols durch die innere oder seitliche Lichtwirkung der doppelt brechenden Körper mit erleuchtet wird. Auffallend ist aber eigentlich nur der Dichroismus, welchen FISCHER an den farblosen Stellen bemerkt hat, denn dass farblose Ultramarin-Substanz neben der gefärbten auftritt, ist bereits von NORDENSKJÖLD hervorgehoben. Noch will ich bemerken, dass eins meiner Stücke eine sehr tiefblaue Farbe hat, und doch ziemlich viel frischen Pyrit enthält, und dass die homogen violetten Stellen dieses Stückes zwischen gekreuzten Nicols immer völlig schwarz werden.

Wenn wir diese Erfahrungen über die Mikrostruktur des Lasursteins mit den obigen Beobachtungen von NORDENSKJÖLD combiniren, so werden wir geneigt sein zu bezweifeln, dass die Farbenwandlung, welche die Stücke beim Erwärmen zeigen, wirklich das skapolithartige Mineral mitbetroffen hat, und wir können als Gesammtresultat nur hinstellen, dass der Lasurstein im Wesentlichen ein Gemenge ist von körnigem Kalk, Paralogit (Eckebergit) und einem regulären, isotropen Ultramarin-Mineral, welches gewöhnlich blau oder violett, zuweilen aber auch farblos ist, und in letzterem Fall durch Erhitzen eine blaue Farbe annimmt.

Rücksichtlich der Krystallform stimmt dies Mineral also mit Hauyn und Nosean vollkommen überein, und von der chemischen Zusammensetzung haben wir nur eine höchst unvollkommene Kenntniss, denn zu den Analysen kann, wie FISCHER mit Recht betont, ganz unmöglich homogene Substanz verwendet sein. Es handelt sich hier nicht um geringe Mengen einer fremdartigen Verbindung, sondern auch in dem dunkelsten La-

*) l. c. S. 48.

surstein ist das Volumen des Paralogit im Verhältniss zur Ultramarin-Verbindung noch recht bedeutend. Was wir von der Zusammensetzung wissen oder vermuthen können, verweist uns mit Entschiedenheit auf die Hauyn-Verbindung, und für die Abgrenzung eines anderen, selbstständigen Ultramarin-Minerals in dem Lasurstein lässt sich vorläufig kein stichhaltiges Argument auffinden. Die verschiedene Vergesellschaftung, das abweichende geognostische Vorkommen darf gewiss nicht als genügender Grund für die Abzweigung einer Species angesehen werden; wir würden damit nur Verwirrung in die genetische Discussion bringen, und analoge Verschiedenheiten lassen sich ja auch bei vielen anderen Mineralien nachweisen.

Wäre somit die Gruppe der schwefelhaltigen Silikate auf Hauyn und Nosean reducirt, so bietet sich von selbst die Frage dar, inwiefern für diese beiden nach ihren physikalischen und chemischen Eigenthümlichkeiten die Trennung in zwei selbstständige Species noch Berechtigung verdient.

Die physikalischen Eigenschaften stimmen bekanntlich im Wesentlichen überein, und bei einer Vergleichung der chemischen Analysen finden wir den einzigen stark sprechenden Unterschied in dem ungleichen Verhältniss zwischen Natron uud Kalk. Und doch dürfte es sehr zweifelhaft sein, ob diese Verschiedenheit eine Abgrenzung selbständiger Species hinlänglich begründen kann. Uebersieht man die Zahlen, wie sie in den Analysen einander gegenüber stehen, so wird man allerdings zunächst den Eindruck erhalten, dass unter den verschiedenen Analysen des Nosean eine genügende Uebereinstimmung und in dem geringeren Kalkgehalte ein ziemlich constanter Unterschied gegenüber dem Hauyn besteht.

Die Grenzwerthe für Natron und Kalk sind die folgenden:

| | Nosean. | | | Hauyn. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | min. | | max. | min. | | max. |
| CaO | 0,63 | — | 4,05 | 5,54 | — | 12,55 |
| NaO | 16,56 | — | 23,90 | 9,12 | — | 19,28 |

Die Zahl der Analysen ist, wenn wir die zweifelhafte Hauyn-Analyse von GMELIN nicht berücksichtigen, für beide ungefähr gleich, 9 für Hauyn und 8 für Nosean; die letzteren beziehen

sich aber nur auf zwei Vorkommnisse, beide aus der Umgegend des Laacher Sees, während die Hauyn-Analysen sich auf sechs verschiedene Vorkommnisse vertheilen. Wenn wir aber bei Hauyn in dem Kalkmininum anstatt 5,54 die nächstfolgende Zahl der Analysen, nämlich 7,23 einsetzen, so betreffen die genannten Zahlen sämmtlich Vorkommnisse aus der Umgegend des Laacher Sees und zwar sind die Hauyne aus der Niedermendiger Lava, die Noseane aus den Lesesteinen entnommen; die Hauyne aus den Lesesteinen, soweit dieselben untersucht sind, und andererseits die Noseane aus dem Leucitophyr von Rieden liegen mit ihrem Kalk- und Natrongehalte zwischen jenen Grenzwerthen.

Wir lernen also zweierlei aus den obigen Zahlen; erstens dass die Zusammensetzung unserer Minerale in den Gesteinen vom Laacher See im Allgemeinen ungleich, dass namentlich auch der Kalkgehalt der Noseane hier schon ziemlich schwankend ist; zweitens aber, dass wenn wir die Analysen von anderen Vorkommnissen ebenfalls herbeiziehen, gerade die hier vorhandene Lücke ausgefüllt wird, so dass die Zahlen für Kalk eine einfach aufsteigende Reihe bilden, während die Natronzahlen ohnehin schon weit über einander greifen.

Wir wollen weiter nicht darüber grübeln, ob zu den Analysen auch wirklich reine, homogene und unzersetzte Krystalle verwendet sind. Aus den mikroskopischen Untersuchungen muss man folgern, dass absolut homogene Substanz wohl für keine einzige Analyse zu Gebote stand; nicht selten sind die eingewachsenen Körner auch der Art verunreinigt, dass eine Analyse allen Werth verlieren würde; aber der gewöhnliche Fall ist doch der, dass die fremdartigen Einmengungen sehr untergeordnet sind und auf die Analyse nicht wesentlich alterirend wirken können. Es ist kein Grund vorhanden, diese günstigste Voraussetzung den vorhandenen Analysen abzusprechen, und somit darf der Unterschied im Kalk- und Natrongehalte jedenfalls nicht durch dergleichen willkürliche Vermuthungen ausgeglichen werden. Dass aber die Krystalle doch zuweilen bemerkenswerthe Veränderungen z. B. durch Entweichen dampfförmiger Verbindungen erlitten haben, dass solche Veränderungen in ziemlich gleichartiger Weise die Krystalle be-

stimmter Vorkommnisse z. B. die Noseane in den Lesesteinen ergriffen haben können, soll hiermit nicht ausgeschlossen sein. In jedem Fall bleibt es eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass der aufgewachsene, hell weisse, scharfkantige Berzelin, der ohne Frage die reinste Varietät dieser Minerale repräsentirt, nach der Analyse VOM RATH'S Kalk (10,85) und Natron (11,13) ungefähr in gleichen Mengen, und dazu noch einen bemerkenswerthen Gehalt an Kali (1,64) aufweist. Es wäre unzweifelhaft ein Leichtes, durch einfache Reactionen, denen auch eine geologische Wahrscheinlichkeit nicht abgesprochen werden könnte, aus solchem Berzelin einerseits gewöhnlichen und zwar auch *blauen* Hauyn, andererseits einen normalen Nosean herzustellen — wenn nur dass Material dazu vorhanden wäre! Gerade die reinste Varietät ist bei weitem die seltenste, so dass Herr VOM RATH schon Mühe genug hatte, für seine werthvolle Analyse hinreichendes Material zu bekommen.

Nehmen wir nun aber auch den allergünstigsten Fall, und beziehen die Analysen auf vollkommen homogene, ursprüngliche Mineralkörper, so bleibt doch die Thatsache eines sehr wechselnden Mengenverhältnisses oder, wenn wir so sagen wollen, einer Vertretung von Kalk und Natron, bei sonst wesentlich gleichen chemischen und physikalischen Eigenschaften, bestehen, und dies Verhältniss ist doch wohl ein anderes und innigeres als man unter der Bezeichnung *isomorphe Körper* zu verstehen pflegt. Wir werden hier an die interessanten Diskussionen über die trikline Feldspathreihe erinnert; aber für Hauyn und Nosean liegt doch die Sache noch wesentlich anders, denn es handelt sich dabei eben nur um eine Vertretung zwischen Natron und Kalk oder Natrium und Calcium. Das Sauerstoffverhälltniss ist für alle Analysen zwar nicht absolut, aber für die beiden Körper relativ gleich, und mit einer Vertretung von Silicium gegen Aluminium oder Thonerde gegen Kieselsäure, die in der delikaten Feldspathfrage gewöhnlich etwas leicht genommen wird, haben wir hier nicht zu thun. Wenngleich nun der Begriff des polymeren Isomorphismus an einer klaren und bestimmten Fassung noch Manches zu wünschen übrig lässt, indem über die räumliche Bedeutung der einander vertretenden Theile sehr abweichende Vorstellungen möglich

sind, so kann man doch nicht umhin anzuerkennen, dass ein einheitliches Zusammenkrystallisiren bei wechselndem Mengenverhältnisse möglich ist, mag man sich nun die substituirenden Theilchen als chemische Moleküle, als physikalische Elementartheilchen, oder als selbständige kleinste Kryställchen vorstellen. Soweit bis jetzt ein Urtheil gestattet ist, scheint auch in dieser Beziehung eine Ungleichkeit, ein Uebergang vorzuliegen, der vielleicht mit der Zeit an der Feldspathreihe zu genügend klarer Anschauung zu bringen ist. Aber gerade für die Entwicklung solcher wichtigen theoretischen Fragen ist es höchst nachtheilig, wenn die Abgrenzungen allzu scharf markirt sind, und das Äusserste was wir auf Grund der Analysen dem Hauyn und Nosean zugestehen könnten, wäre doch, dass die beiden Mineralien sich zu einander verhalten wie zwei Plagioklas-Varietäten *). Es hat aber einen ganz anderen Klang, und ist namentlich für das receptive Studium von grosser Bedeutung, wenn wir dem Nosean nicht ein besonderes Kapitel in den Lehrbüchern widmen, sondern ihn mitsammt dem Lasurstein als eine lokale Modification oder Varietät, als *Natron-Hauyn* dem Hauyn anreihen, ganz in derselben Weise wie dies schon mit dem Berzelin geschehen ist.

Es ist in solchem Falle lehrreich und für die Klärung des Urtheils eigentlich nothwendig, bis auf die erste Entdeckung

*) Rammelsberg hat zur Erklärung des geringen Chlorgehaltes im Nosean und Hauyn ein isomorphes Gemenge mit Sodalith angenommen. Diese Hypothese ist gewiss berechtigt, aber bei dem zweifelhaften, unreinen Zustande aller dieser Mineralkörper wird man auch die Möglichkeit von anderen Einmengungen, selbst von Chloralkalien, die durch das Silikat vor dem Auslaugen geschützt sein könnten, zugestehen müssen. Ferner scheint mir noch die Anschauung Berücksichtigung zu verdienen, dass die Chlorverbindung, welche sie auch sei, nicht durch ursprüngliche Abscheidung, sondern durch secundäre Einwirkungen auf das früher gebildete Mineral (Durchströmen von Dämpfen und Flüssigkeiten) zu erklären ist. Auch in diesem Falle würde vielleicht eine theilweise Umwandlung zu Sodalith die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben, und der Isomorphismus zwischen der Schwefel- und Chlorverbindung behält immerhin seinen Werth. Dennoch müssen wir die Grenze zwischen beiden viel schärfer ziehen als zwischen Hauyn und Nosean; denn wir kennen zwar die letzteren Körper mit einem geringen Chlorgehalte, der sich in der angedeuteten Weise leicht erklären lässt, wir kennen aber keine ächten Sodalithe mit Schwefel, und von einem Uebergange zwischen beiden Mineralien kann vorläufig keine Rede sein.

und Benennung der betreffenden Species zurückzugehen. Ich will nach dieser Richtung nicht in kritische Beschauungen treten, aber ich glaube dass Jeder nach vorurtheilsfreier Erwägung aller Umstände mit mir die Ueberzeugung theilen wird, wenn heute zuerst der Nosean vom Laacher See entdeckt und untersucht würde, so würde ihm auf Grund unserer Kenntnisse über Hauyn, Berzelin u. s. w. schwerlich die Bedeutung einer selbständigen Species eingeräumt werden.

Unzweifelhaft ist bei der ersten Abgrenzung die Verschiedenheit in untergeordneten physikalischen Eigenschaften, Spaltbarkeit und Glanz, namentlich aber die Verschiedenheit der Farbe von wesentlichem Einflusse, wenn nicht allein entscheidend gewesen. Ich werde über diese Eigenschaften weiterhin einige neue Untersuchungen mittheilen, zuvor muss ich jedoch gewisser Arbeiten und Ansichten Erwähnung thun, welche, obgleich nicht eigentlich dem mineralogischen Gebiete angehörend, für die ganze Auffassung und Behandlung dieses Gegenstandes doch von grosser Wichtigkeit geworden sind.

Der hohe technische Werth der Asiatischen Lasurfarbe hatte schon längst vor den Entdeckungen von GMELIN und GUIMET, und bevor man noch genaue Kenntnisse besass von der chemischen Natur des Lasursteins, zu vielerlei Versuchen einer künstlichen Nachbildung der Farbe „von jenseits des Meeres" Veranlassung gegeben, und dadurch wurde man genöthigt, sich vor Allem über das Pigment, über das „färbende Prinzip" des Steins eine bestimmte Vorstellung zu bilden *). Diese Bestrebungen fanden bekanntlich mit der Erfindung des künstlichen Ultramarins keineswegs ihr Ende, und die verschiedenen Hypothesen wurden dann auch naturgemäss auf die natürlichen

*) Frühere Nachahmungen des Ultramarins bestanden in der Anfertigung blauer Glasflüsse. „Im 17ten Jahrhundert war man der Meinung, die blaue Farbe des ächten Lasursteins rühre von einem Gehalt an Kupfer her. MARGGRAF bewies 1758, dass dieses nicht der Fall sei; er glaubte die Bestandtheile dieses Minerals seien Kalkerde, Flussspath und etwas Kieselerde, und das färbende Prinzip etwas Eisen. GUYTON DE MORVEAU betrachtete 1800 als die Ursache der blauen Farbe des Lasursteins einen Gehalt an Schwefeleisen." KOPP, *Geschichte der Chemie*, IV, S. 67. Vgl. zur Uebersicht den ausgezeichneten Artikel über Ultramarin in MUSPRATT, *Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe*. 2 Aufl. V, S. 798.

Ultramarin-Verbindungen übertragen Dadurch ist übrigens die frühere Vorstellung über die chemische Constitution dieser Mineralien nicht beeinflusst worden; namentlich wird die grössere Menge des Schwefels nach wie vor, als Schwefelsäure bestimmt, entweder mit Natron oder mit Kalk verbunden, und man denkt sich das an sich farblose oder weisse Mineral durch eine sehr geringe Menge des Ultramarin-Pigmentes gefärbt. „Die blaue Farbe des Hauyns und manches Sodaliths, sagt RAMMELSBERG *), scheint von derselben Schwefelverbindung herzurühren, welche auch das ungefärbte Silikat des Lasursteins blau färbt, deren Menge jedoch aüsserst gering ist." Und weiterhin beim Lasurstein: „Die blau färbende Verbindung ist in dem Lasurstein wie die Betrachtung dünner Schliffe unter dem Mikroskope zeigt, in der weissen Grundmasse hier und da vertheilt. Wie aus den Untersuchungen des Ultramarins hervorgeht, ist es entweder eine höhere Schwefelungsstufe von Natrium oder eine Verbindung von Schwefelnatrium mit einem polythionsauren Natron." Der erste Satz könnte misverstanden werden, oder ist nach den Untersuchungen von FISCHER und meinen obigen Mittheilungen zu berichtigen. *Blaue Hauynsubstanz* ist das Pigment des *heterogenen Aggregates* welches den Namen Lasurstein trägt; jene Substanz selbst erscheint aber vollkommen *homogen* und im Lasurstein sogar reiner als in dem Hauyn und Nosean.

Die obige Ansicht über das blaue Pigment ist wohl hauptsächlich durch die gründliche Arbeit RITTER's †) über das Ultramarin zur allgemeineren Annahme gelangt. Ich will hier nur daran erinnern, dass uns irgend eine derartige Verbindung, ein Natriumsulfid oder ein polythionsaures Salz, welches als Färbungsmittel gelten könnte, weil es selbst die Farben des Ultramarins besitzt, bisher nicht bekannt ist. Aber selbst wenn dies der Fall wäre, so würde meiner Ansicht nach die Frage nur verschoben sein, denn ich sehe nicht ein, warum man sich vom wissenschaftlichen Standpunkte aus bei jener problematischen

*) *Mineralchemie.* S. 707.

†) RITTER, *Ueber das Ultramarin.* Göttingen, 1860. Auszüglich im *Polytechn. Centralblatt* 1860. S. 1597 und im *Chemischen Centralblatt* 1860.

Verbindung beruhigen und nicht auch hier wiederum das „färbende Prinzip" erforschen sollte. Wenn daher schon SCHWEIGGER darauf hinweist, dass bei den Verbindungen von Schwefel mit wasserfreier Schwefelsäure ganz analoge Farbenwandlungen auftreten wie beim Ultramarin, so hat diese Erklärung nicht nur eine bestimmte thatsächliche Grundlage für sich, sondern greift auch tiefer in die Sache hinein, und sie würde sich in direkter Weise auf das Ultramarin so ziemlich mit demselben Rechte anwenden lassen wie jene andere. Denn durch specifische Reactionen lässt sich weder die eine noch die andere Verbindung mit Sicherheit nachweisen, und nimmt man einmal zu schützenden Umhüllungen seine Zuflucht, so wird man damit auch jene unbeständige Verbindung von Schwefel mit Schwefelsäure ausreichend conserviren können. Indessen brauchten wir ja auch auf jener Stufe der Erklärung wiederum nicht stehen zu bleiben, und wir würden dann, sofern wir nicht etwa von blauem Sauerstoff reden wollten, zu der Annahme einer blauen oder bläuenden Modifikation des Schwefels gedrängt, womit die rein chemische Diskussion wohl endlich glücklich festgefahren wäre *).

Hier aber wird wenigstens Jeder unmittelbar die Ueberzeugung gewinnen, — was bei der Behandlung des Gegenstandes in der That meistens aus dem Auge verloren wurde, — dass die Erklärung der blauen Farbe oder Färbung im Wesentlichen ein *physikalisches* Problem ist, dessen Lösung zwar auf dem gemeinschaftlichen Gebiet der Molekulartheorie zu suchen, aber niemals endgültig an irgend eine chemische Formel zu binden ist.

Es ist gewiss nichts dagegen einzuwenden, wenn man zu erforschen strebt, inwiefern gewissen Elementen die Eigenschaft zukommt, dass sie für sich oder mit anderen, in Oxyden, Salzen oder Lösungen moleculare Aggregate bilden, welche unter Ein-

*) Es mag hier auch schon an die wichtigen Versuche von WÖHLER, SCHIFF u. A. erinnert werden, wonach beim Mischen einer concentrirten Eisenchloridlösung mit Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelleberlösung die Flüssigkeit und selbst der ausgeschiedene Schwefel vorübergehend eine blaue oder grüne Farbe annehmen. WÖHLER, *Ann. Pharm.*, B. 86. S. 373; SCHIFF, *ebend.* B. 115, S. 68.

wirkung des gewöhnlichen Lichtes und durch Vermittlung des Gesichtsorganes in uns mehr oder weniger bestimmte Farben-Vorstellungen erwecken; ist ein genügender thatsächlicher Grund vorhanden, so wird man sich ferner die Anschauung über die chemische Constitution der Verbindungen und Lösungen unzweifelhaft erleichtern, indem man gewisse Gruppen der Elemente als solche bei der Interpretation verbunden lässt, und gerade das Eintreten oder Nicht-Eintreten einer Farbenwandlung, einer Färbung oder Entfärbung gibt bekanntlich der praktischen wie der theoretischen Chemie in dieser Hinsicht sehr wichtige Aufschlüsse an die Hand. Niemand wird daran zweifeln, dass in der Indigolösung die Bestandtheile des Indigo in derselben Weise gruppirt sind, wie in der trockenen Verbindung. Niemand wird andererseits der Auffassung entgegentreten, dass die Entfärbung der Chamäleonlösung bei der bekannten volumetrischen Eisenbestimmung mit einer Trennung, einer Reduction des übermangansauren Salzes in der Lösung gepaart geht.

Wo wir mit bestimmten Grössen rechnen, d. h. wo wir bestimmte Verbindungen kennen, welche in wässerigen oder auch in anderen Lösungen als Pigmente auftreten, ist die chemisch-theoretische Diskussion in jener Richtung vollberechtigt, obgleich eine Erklärung der Farbenwirkung im physikalischen Sinne auf diesem Wege natürlich nicht zu finden ist. Wenn aber eine bestimmte Verbindung, die als Pigment gelten könnte, nicht bekannt ist, dann dürfte eine befriedigende Lösung der Frage viel eher in synthetischen Versuchen als in analytischen Untersuchungen des betreffenden Körpers zu suchen sein. Wer z. B. darthun will, dass in dem Ultramarin ein Natriumsulfid oder ein Sulfosalz als Pigment die Farbe bedingt, der muss vor Allem darauf ausgehen, eine solche färbende und also selbst farbige Verbindung darzustellen, die anderen Körpern, Thonerde-Silikaten u. s. w. in der Hitze ihre Farbe dauernd mittheilt.

Es ist wohl gut daran zu erinnern, dass man mit diesen Bestrebungen ein sehr weites Gebiet betreten würde, denn solcher Probleme über farbige Pigmente gibt es bekanntlich die Hülle und Fülle. Das braucht freilich nicht abzuhalten in irgend einem concreten Fall mit der Untersuchung vorzugehen,

aber es ist doch sehr die Frage, ob z. B. die Färbung des Ultramarins gerade in diese Kategorie von Erscheinungen gehört.

Auch bei den Krystallen ist man, sofern sie nicht eine ganz constante Farbe zeigen, gewöhnlich sehr geneigt, an irgend ein Pigment als untergeordneten selbständigen Bestandtheil zu denken, und abgesehen davon, dass sich einzelne Minerale (Saphirquarz, rother Orthoklas, Sonnenstein, Labrador z. Th., Hypersthen, Carnallit u. s. w.) wirklich als heterogene, durch mikroskopische Einlagerungen gefärbte Aggregate erweisen, lässt sich bei anderen (Amethyst, Chrysopras, Amazonenstein, Dioptas, künstliche farbige Salze u. s. w.) wenigstens in der Art wie bei den Löthrohrperlen das eine oder andere Metalloxyd für die Färbung verantwortlich machen. Bei einer dritten Gruppe (die gefärbten Edelsteine, Turmalin, Flussspath, Pyromorphit u. s. w.) ist aber nicht sowohl der chemische Karakter als vielmehr das Dasein eines Pigmentes in obigem Sinne zweifelhaft, und endlich kennen wir doch auch nicht wenige Beispiele, bei denen der rein physikalische Karakter der Färbung ganz ausser allem Zweifel steht. Ich erinnere nur an die Erscheinungen des Pleochroismus und an die Farbenwandlung einzelner Minerale (Pyrop, Rubin, gewisse Diamanten) beim Erhitzen und Abkühlen.

Man braucht sich diese Abstufung der Erscheinungen nur klar vor Augen zu halten, um zu erkennen, wie gewagt alle Erklärungen über die Färbung sind bei einem Körper, von dem man in chemischer Beziehung nicht einmal weiss, ob er eine constante Verbindung, eine Lösung oder ein Gemenge verschiedener Verbindungen ist.

In neuester Zeit ist über die Färbung des Ultramarins eine Ansicht näher zu begründen versucht, die wir noch in Erwägung ziehen müssen, nicht sowohl wegen ihrer physikalischen Besonderheit, sondern namentlich weil dieselbe für das Studium der natürlichen Ultramarin-Verbindungen ein eigenthümliches Interesse bietet.

Nachdem die Annahme, dass eine Schwefelnatrium-Verbindung das Pigment sei, von verschiedenen Seiten Bestreitung gefunden hatte, nachdem andererseits durch Versuche constatirt war, dass die Kieselerde für das Auftreten der blauen Farbe unwesentlich

sei, blieb in der That kaum etwas Anderes übrig, wenn man doch eine Schwefel-Verbindung für die Farbe verantwortlich stellen wollte, als das Schwefelaluminium. W. STEIN hatte schon früher eine dahin gehende Vermuthung ausgesprochen *) und hat dieselbe neuerdings in mehreren Abhandlungen †) näher zu begründen und zu erläutern gesucht. Den Inhalt des wichtigsten Aufsatzes will ich hier in Kürze mittheilen. Nachdem STEIN durch specifische Reactionen die Abwesenheit von unterschwefliger Säure sowie von Natriumsulfureten im Ultramarin constatirt hat, kommt er durch diese Elimination zu dem Schlusse, dass der Schwefel, abgesehen von einem Gehalt an schwefliger Säure eben nur an Aluminium gebunden sein könne. Das Schwefelaluminium zeigt je nach der Darstellungsweise etwas verschiedene Eigenschaften. Durch Erhitzen von Aluminiumblech in Schwefeldampf erhält man einen *gelblichen* Körper mit krystallinischem Bruch, der in erhitzter Luft grau, stellenweise schwärzlich wird. Durch Zusammenschmelzen von Thonerde mit kohlensaurem Natron und Schwefel oder durch Glühen von Thonerde in Schwefelkohlenstoffdampf erhält man das Schwefelaluminium als schwarzes, amorphes (?) Pulver. *Beide Modifikationen werden durch Wasser zersetzt.* STEIN nimmt an, dass das Ultramarin keine chemische Verbindung, aber doch ein Gemenge nach stöchiometrischen Verhältnissen sei. Die blaue Farbe aber soll bedingt werden durch die optische Wirkung der schwarzen und weissen Mischungsbestandtheile, durch die Wirkung eines „trüben Mittels" nach GÖTHE'scher Auffassung. Die bläuliche Färbung einer Mischung von Milch mit Russ, eines schwarzen Papieres hinter trübem Glase u. s. w. werden als analoge Erscheinungen angeführt. Das Ultramarin „besteht aus einer weissen Grundmasse, mit welcher schwarzes Schwefelaluminium in molekularer Vertheilung („optisch") gemengt ist."

---

*) *Polyt. Centralblatt* 1868. S. 192.

†) *Ueber die Constitution des Ultramarins.* KOLBE's *Journal f. prakt. Chemie.* 3 Bd. 1871. S. 85; *Das Kobaltultramarin.* Ebend. S. 428; *Zur Theorie der Körperfarben.* 4 Bd. 1871. S. 276; *Ueber Restfarben.* 5 Bd. 1872. S. 328.

In seinen späteren Aufsätzen sucht STEIN dieser Auffassung in Betreff des Ultramarins eine allgemeinere Bedeutung zur Erklärung der Körperfarben zu geben, und überdies seine Ideen mit der herrschenden Theorie der Farbenlehre in Uebereinstimmung zu bringen.

Von chemischer Seite könnte man dieser neuesten Ansicht über das Ultramarin-Pigment die Einwendung entgegenstellen, dass die Farbe im Wasser nicht verschwindet, und STEIN nimmt denn auch für die Schwefelaluminium-Moleküle die schützende Hülle eines Silikates in Anspruch. Will man dieser Anschauung Berechtigung zuerkennen — wobei der klare Begriff eines mechanischen Gemenges freilich schon getrübt wird — so werden dadurch doch auch die Einwendungen gegen die Schwefelnatrium-Pigmente, soweit sie auf specifischen Reactionen beruhen, entkräftet; denn was für das Schwefelaluminium gilt gegenüber Wasser, kann mit demselben Rechte für Natriumsulfid gegenüber einer Lösung von Kupfervitriol geltend gemacht werden. Dass aber das schwarze Schwefelaluminium gegenüber einer weissen Grundmasse zur Erzeugung eines blauen Gemenges sich wirksamer erweisen soll als gelbes Schwefelnatrium oder ein weisses Sulfosalz, dies wird man nur zugeben können, sofern man die theoretischen Anschauungen über Mischfarben und Restfarben theilt, welche in den oben angeführten Aufsätzen entwickelt werden.

Eine ausführliche Kritik dieser Ansichten liegt nicht auf meinem Wege; ich beschräuke mich auf die Erklärung, dass ich sowohl den thatsächlichen Argumenten als der theoretischen Behandlung des Gegenstandes keine erhebliche Beweiskraft abgewinnen kann. Der Farbenreiz, welcher durch ein Gemenge verschiedenfarbiger Pulver mit oder ohne Beihülfe von Flüssigkeiten, worin dieselben suspendirt sind, unter dem Einflusse des weissen oder anderen Lichtes in unserem Gesichtsorgan erregt wird, kann von sehr verschiedenen und oft sehr complicirten Umständen abhängen. Jeder einzelne Fall ist gesondert zu betrachten und vorsichtig zu analysiren, und in den theoretischen Folgerungen darf man die Parallelen nicht weiter ziehen als die Analogie der Thatsachen reicht.

Nach Allem was über das Schwefelaluminium bekannt ist,

besteht kein Grund für die Vermuthung, dass die Farbe der dunkeln Varietät etwa ein verdecktes Dunkelblau sei, wenn auch noch diese oder jene Spectralfarben darin zu finden sein mögen. Dagegen ist die Möglichkeit gewiss nicht zu bestreiten, dass es, wie eine gelbliche und schwarze, so auch noch eine blaue Modifikation jener Verbindung geben kann, die wir noch nicht gesondert kennen, die aber dann in dem gewöhnlichen Sinne als das Pigment des Ultramarins angesehen werden könnte. So lange ein solches blaues Schwefelaluminium aber nicht hergestellt ist, kann man jene Annahme nicht als begründet erachten. Von einer Erklärung des Blau als Mischfarbe aus Schwarz und Weiss wäre dann natürlich abzusehen.

---

Kehren wir nach dieser Digression über das künstliche Ultramarin zum Studium der entsprechenden Mineralverbindungen zurück, so bieten sich mit Bezug auf die zuletzt besprochene Theorie der Färbung interessante Anknüpfungspunkte dar. Die mikroskopische Untersuchung dieser Mineralien begünstigt in der That auf den ersten Blick die Annahme, dass eine innige Beziehung bestehe zwischen der blauen Färbung und einem schwarz-weissen Gemenge.

Die Mikrostruktur des Hauyn und Nosean ist von ZIRKEL, FISCHER und Anderen schon mehrfach beschrieben worden, und die wichtigsten Eigenthümlichkeiten lassen sich durch einen Blick auf die Abbildungen, welche ich dieser Abhandlung hinzufüge, am einfachsten übersehen. Ich wünsche in dieser Hinsicht nicht in unnöthige Wiederholungen zu verfallen, aber andererseits wird es für das richtige Verständniss der vorliegenden Frage doch zweckmässig sein, wenn ich auf die Karakteristik der wichtigsten Vorkommnisse in Kürze zurückkomme. Es ist überdies bei mikroskopischen Untersuchungen meistens wünschenswerth, dass auch in Betreff der einfach objektiven Wahrnehmung der subjektive Standpunkt zunächst scharf markirt werde.

Besonders instruktiv für das mikroskopische Studium des Nosean sind die Leucit-Nosean-Gesteine von Rieden und Olbrück im Laacher-See-Gebiete, und für den blauen Hauyn

können die Hauynreiche Leucitlava von Melfi am Vultur und die Nephelinlava von Niedermendig als typische Beispiele gelten.

In dem grobkörnigen Leucitgestein von Rieden *) erscheinen die grösseren Noseane häufig in regelmässigen hexagonalen oder rechteckigen Durchschnitten, oft aber sind die Körner auch rundlich eingebuchtet und zeigen so unregelmässige Formen, dass man geneigt ist, dieselben auf eine nachträgliche Anschmelzung zurückzuführen. Ob diese Annahme Berechtigung verdient, darüber kann man nicht leicht mit Sicherheit entscheiden: zu erwägen ist aber, dass man alsdann, abgesehen von der Färbung, auch alle eingelagerten Glaseinschlüsse und Kryställchen für sekundäre Gebilde halten müsste, denn dieselben schliessen sich in ihrer zonenweisen Verbreitung meistens der äusseren Form an, auch wenn dieselbe unregelmässig ist. Die Krystallkörner zeigen keine sonstigen mechanischen Alterationen, sie sind nicht zerbrochen und verschoben, man sieht auch keine Glasmasse, welche als Produkt der Anschmelzung angesehen werden könnte. So ist es nach dem äusserlichen Ansehen zunächst am wahrscheinlichsten, dass die Körner ursprünglich in der unvollkommenen Form — wenn auch nicht aus einen glasflüssigen Magma — abgeschieden oder gebildet worden sind.

In Betreff der Färbung lassen sich bei diesen Körnern die folgenden Erscheinungen auseinander halten:

1. Der dunkle schwarze Rand. Alle Noseankörner in diesem Gestein sind von einem schwärzlichen Rande umgeben, dessen Substanz sich als ein amorpher, moorartiger Körper darstellt. Nach Aussen geht die schwarze Rinde häufig in braunes Eisenoxydhydrat über, wie solches auch die Magneteisenkörner umgibt, und zuweilen ist auch in der gewöhnlichen Varietät des Gesteins mit den schwarzen Noseanen der schwarze Rand gänzlich durch braunes Eisenoxydhydrat ersetzt.

---

*) Ueber das geognostische Vorkommen Vgl. VON DECHEN, *Geogn. Führer zum Laacher See*, S. 143. Ueber die Mikrostruktur des Noseau. Vgl. ZIRKEL a. a. O. *Zeitschr. d. D. G. G.* 1868. S. 131. POGGEND., *Ann.* B. 131. S. 313.

2. Die schwärzliche oder sepiafarbige Schattirung. Nach Innen schliefst sich gewöhnlich direkt an der schwarzen Rand eine dunkle Schattirung an, oder es dringt doch eine feine schwarze Schraffirung eine kurze Strecke weit in die Molekularspalten ein. Häufig liegt auch dem Rande zunächst erst eine breitere lichte Zone, und dann folgt die Schattirung (fig. 1, 2); kleinere Körner sind meistens durch und durch mit dem schwarzen Pigment erfüllt (fig 3, 4). Die Schattirung erscheint selten, auch wenn sie sich nur wolkig verbreitet, als eine durchaus homogene, oder wenn man so sagen darf, molekulare Färbung; gewöhnlich ist sie mit einer feinen linearen Schraffirung oder mit einer entsprechenden Punktirung verbunden; jedoch lässt sich nicht jede Schattirung in dieser Weise auflösen, und umgekehrt findet sich auch häufig eine Punktirung, die selbst bei schwacher Vergrösserung nicht den Eindruck der dunkeln Schattirung macht. Wenn fremdartige Silikatkörner (Augit, Nephelin) im Nosean eingeschlossen sind, was übrigens selten ist, so sind dieselben ebenfalls von einer Schattirung umgeben; auch wenn eine Zone in dem Krystall mit grösseren Glaseinschlüssen erfüllt ist, tritt innerhalb derselben gewöhnlich die Schattirung auf. Sie hängt sich jedoch nicht etwa den einzelnen Glaseinschlüssen an und ist auch keineswegs allgemein an das Auftreten derselben gebunden. Namentlich werden die Krystalle sehr oft in unregelmässigen Richtungen quer hindurch von Reihen grösserer Glaseinschlüsse durchsetzt, ohne dass die Schattirung sich diesen Richtungen anschliesst.

3. Die Punktirung. Die grösseren Punkte sind schon bei schwacher Vergrösserung deutlich als kugelige oder auch regulär umgrenzte durchscheinende Körper zu erkennen, die mit den sehr verbreiteten Glaseinschlüssen und Gasporen der Leucite u. s. w. vollkommen übereinstimmen. (Fig. 1 *a*, *b*).

Wo die Einschlüsse in den schattirten Theilen liegen, erscheinen sie ebenfalls schwärzlich oder vielmehr auf ihrer äusseren Grenzfläche scheint alsdann derselbe Körper abgeschieden zu sein, der auch die dunkle Schattirung bedingt. Die Pünktchen sinken bis zur grössten Kleinheit hinab, und sind in der Regel der Molekularstruktur entsprechend rechtwinkelig

gereiht, oft aber auch ganz unregelmässig durch den Krystall verbreitet; die äusserste Zone zunächst dem Rande ist zuweilen ganz frei von Glaseinschlüssen, wie dies übrigens auch bei Leucit und Sanidin in anderen Gesteinen häufig vorkommt.

Die helleren Theile des Minerals erscheinen oft durch und durch gekörnt, wie Firneis, und in manchen Körnchen lässt sich bei starker Vergrösserung doch wieder ein Gasbläschen erkennen. Ob aber in der Sache wie in der äusseren Erscheinung ein Uebergang besteht zwischen dieser Körnchenstruktur und den Glaseinschlüssen, muss dahingestellt bleiben.

4. Die eingelagerten dunkeln Kryställchen. Es sind grossentheils opake, oblonge Nädelchen oder Blättchen mit abgerundeter Endigung; nur selten zeigen sie eine eckige Umgrenzung, und dann scheint dieselbe auf rhombische Formen zu deuten (fig. 5, 5*a*). Die Kryställchen sind meist zonenweise im Inneren, selten am äusseren Rande angehäuft und gewöhnlich auch der Molekularstruktur entsprechend gelagert. Bei günstig auffallender Beleuchtung zeigen sie immer einen goldig funkelnden Metallreflex. Sie finden sich zwar häufig in Verbindung mit der Punktirung und der schwarzen Schattirung, aber die letztere geht doch nicht von den Kryställchen aus; die betreffenden Zonen sind vielmehr oft auffallend licht, und wenn sie fein punktirt sind, so erscheinen nicht selten die Kryställchen von einem lichten, dichten Hof umgeben. Unverkennbar ist zuweilen eine Umwandlung der dunkeln Kryställchen in röthlich braunes amorphes Eisenoxydhydrat; ich fand in diesen Noseanen keine röthlichen Blättchen die man für ursprüngliche Gebilde halten könnte.

5. Die röthlich braune Rostfärbung. Ausser an den dunkeln Kryställchen tritt auch sonst wohl in den schwärzlichen Noseanen fleckenweise oder vom Rande nach innen sich verbreitend eine Rostfärbung auf. Es wurde schon erwähnt, dass der schwarze Rand nach Aussen zu häufig in Eisenoxydhydrat übergeht (fig. 1*a*), und dass die kleinen Noseane meistens von einer Rostzone umgeben sind; im Uebrigen ist an den schwärzlichen Noseanen in der gewöhnlichen Varietät der Gesteins ein Uebergang zwischen der schwärzlichen Schattirung und der Rostfär-

bung doch nicht zu entdecken. — Es sind jedoch auch Blöcke gefunden worden, in denen eine Beziehung zwischen der röthlichen und schwärzlichen Färbung sehr deutlich hervortritt. Das Gestein enthält in diesen Stücken nur rothe Noseane, worin sozusagen alle schwärzliche Substanz durch Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat vertreten ist (fig. 7, 8). Die Körner haben einen dunkeln Rostrand und zeigen im Inneren eine röthliche Schattirung; selten als homogene oder wolkige Färbung, meistens als feine lineare Schraffirung; zuweilen bildet das Eisenoxyd auch zusammenhängende Blättchen wie in dem Hauyn von Melfi. Auffallend ist, dass die feinen rothen Striche häufig ein dreigliedriges Netz bilden, entsprechend der Molekulargruppirung nach den trigonalen Axen (fig. 8). Bei der schwärzlichen Schraffirung habe ich diese Winkel nie bemerkt, wohl aber finden sich in den rothen Noseanen auch rechtwinkelige Strichnetze. In einem grösseren Korn (fig. 7) war das Innere schwärzlich wolkig schattirt, und nach aussen gingen die schwarzen Flecken ganz allmälig und in derselben Form in röthliche über. Sonst habe ich weder eine schwärzliche Schattirung noch eine bläuliche Färbung in den rothen Noseanen gefunden; ich muss jedoch bemerken, dass mir nur ein Präparat von dieser Varietät zu Gebote stand. Auch weiss ich nicht, ob an den betreffenden Blöcken vielleicht ein Uebergang zu bemerken war; ob das Eisenoxyd als eine langsame molekulare Umwandlung oder aber als ein ursprüngliches Substitut des schwärzlichen Pigmentes anzusehen ist. Wie dem auch sei, jedenfalls ist eine substantielle Verwandschaft zwischen der schwärzlichen und der röthlichen Substanz nicht zu verkennen.

6. Die bläuliche Färbung. Eine lasurblaue Hauynfärbung habe ich in diesen Noseanen nicht beobachtet. Häufig aber findet sich ein sehr licht blauer Farbenton, der entweder als homogene Grundfarbe zwischen der dunkeln Schattirung erscheint (fig. 1, 2) oder auch, wenngleich seltener, in reinen, ungetrübten Theilen der Krystalle auftritt (fig. 6). Diese Theile zeigen dann wohl immer die feinkörnige Struktur, aber dieselbe Struktur findet sich auch bei weisser oder bräunlicher Substanz. Ebenso ist jener lichtblaue Ton der dunkeln Schattirung oder Punktirung gegenüber als eine selbständige Erscheinung anzu-

sehen. Man sieht häufig die zarteste sepiabraune Schattirung ohne irgend eine bläuliche Lichtwirkung, und die letztere tritt in ganz derselben Weise in den ganz hellen wie in den dunkelsten schwarz schraffirten Körnern auf. Die Erscheinung erinnert allerdings an die bläuliche Färbung, welche man auch in anderen Mineralien, namentlich in den schwarz punktirten Nephelinen häufig beobachtet, und hier wie dort mag zuletzt irgend eine, sei es physikalische oder auch chemische Heterogenität zu Grunde liegen; ob aber darum dies lichte Blau von der dunkleren Ultramarinfärbung, wie sie in dem Nosean sich sonst nicht selten findet, seinem Wesen nach verschieden ist, dürfte zu bezweifeln sein. Bemerkenswerth ist, dass die kleinen, im Leucit eingeschlossenen Noseane neben der schwärzlichen Schattirung immer eine viel intensivere blaue Färbung zeigen.

Einmal beobachtete ich in einem grösseren Krystall eine grüne Färbung (fig. 9) welche sich analog der bläulich grauen vom schwarzen Rande nach dem Innern verbreitete.

7. Endlich sind noch zu erwähnen die weissen, gangartigen Zeichnungen, welche die Krystalle nach verschiedenen Richtungen durchsetzen. Sie gehen als helle Strassen auch durch die Schattirung oder Punktirung hindurch (fig. 9) und sind sehr wahrscheinlich auf eine sekundäre, molekulare Affektion des Silikates zurückzuführen. Zuweilen zeigt sich diesen Linien entsprechend auch eine schwache doppelte Brechung. Einzelne Körner sind in ähnlicher Weise längs dem inneren schwarzen Rande verändert (fig. 6).

Alle die genannten Erscheinungen treten nun selbständig oder in der verschiedensten Weise vergesellschaftet auf. Gemeinsam ist eigentlich allen Körnern nur der dunkle Aussenrand. Ich habe ein paar Körner gesehen, woran dieser Rand nur schwach angedeutet war; dieselben waren auch im Inneren, abgesehen von Gas- und Glasbläschen durchaus ungefärbt. Im Allgemeinen kann man sagen: je mehr Schattirung und Färbung im Inneren, um so kräftiger ist auch der schwärzliche Rand; man findet aber auch nicht wenige Körner, die im Inneren hell und rein geblieben und doch schwärzlich umrindet sind. Wir werden weiterhin auf die Untersuchung der färbenden Substanzen zurückkommen.

In dem Gestein vom Burgberg bei Rieden und in dem Nosean-Leucitophyr von Olbrück beschränkt sich die Färbung der Noseane gewöhnlich auf den schwarzen Rand, der durch eine feine lineare Schraffirung gebildet wird (fig. 10). Zu äusserst sind die Krystalle meist von einem schmalen weissen Rande umgeben (fig. 11); das Innere ist von feinen Glasgängen durchsetzt, häufig aber auch molekular getrübt. Eine blaue Färbung tritt fleckenweise auf, entweder nur an dem äussersten weissen, oder auch in dem schwärzlichen Rande, doch ist sie niemals an die Verbreitung der schwärzlichen Substanz gebunden. Kleine Stellen des weissen Randes erscheinen oft recht intensiv blau.

Wie für die schwärzlichen Noseane das Gestein von Rieden, so bildet für das Studium der blauen Ultramarinfärbung die Hauynlava von Melfi am Vultur das lehrreichste Beispiel. Auch von diesem interessanten Gestein verdanken wir der sichern Hand ZIRKEL's eine genaue und anschauliche Beschreibung *). Ich habe auf der Abbildung Taf. II die verschiedenen ausgewählten Hauynkörner durch die zugehörige Grundmasse verbunden, und so ein Bild des porösen Gesammtgesteins zu geben versucht. Was die Darstellung der übrigen Gemengtheile betrifft, so möge man darüber die Beschreibung von ZIRKEL und die Erklärung des Abbildungen am Schlusse dieses Abhandlung nachlesen. Hier wollen wir uns nur mit der Färbung und Struktur der Hauyne beschäftigen.

Es findet sich am Vultur ein Gestein, welches, im Uebrigen mit der abgebildeten Varietät übereinstimmend, anstatt des blauen Hauyn schwarzen oder dunkeln Nosean enthält, der in seinen mikroskopischen Besonderheiten demjenigen von Rieden sehr nahe kommt. Der bläuliche Ton ist zuweilen etwas dunkler, wird aber doch nicht rein lasurblau. Sehr deutlich ist an diesen Noseanen aber ein Uebergang des schwarzen Pigmentes in braunes Eisenoxydhydrat zu erkennen, und nach den Proben, welche ich untersuchte, hat es ganz den Anschein, als ob hier wirklich eine langsame Umwandlung durch sekundäre, athmosphärische Einwirkung vorliege.

In dem frischen, fein porösen, grünlich grauen Gestein, wel-

*) Vgl. *Mikromineralogische Mittheilungen.* Neues Jahrb. 1870. S. 818.

ches die Abbildung wiedergibt, erreichen die schön lasurblauen Hauyne stellenweise die Grösse von 3—4 Millim. Die Körner sind meistens rundlich oder eingebuchtet, häufig auch nach einer Richtung, wahrscheinlich einer trigonalen Axe, vorherrschend ausgedehnt. Der schwärzliche Rand ist durch rothes Eisenoxyd vertreten, jedoch ist diese Vertretung zweifelsohne eine ursprüngliche, insofern wenigstens, als das Eisenoxyd hier kein Umwandlungsprodukt des schwarzen Pigmentes sein kann. In feinen lappigen Blättchen ist dasselbe ganz ähnlich wie im Sonnenstein von Twedestrand oder im Perthit auf den Molekularspalten des weissen Minerals abgelagert, am Rande mehr als im Inneren, aber auch dort erscheint es immer als eine Spalteninjektion. Ein schwärzlicher Rand kommt an diesen Körnern gar nicht vor, wohl aber findet man im Inneren anstatt oder neben der blauen Färkung eine schwärzliche Schraffirung. Das Blau, wie es sich auch in dem Mineral verbreiten möge, ist immer eine homogene, molekulare Färbung, niemals kann man ein selbständiges Pigment, blaue Körnchen oder Blättchen erkennen, wie dies bei der rothen Eisenfärbung wohl der Fall ist. Durchgehends haben die Krystalle einen ziemlich breiten heilen Rand, und dann beginnt erst die blaue Färbung, die in den kleineren Körnern als ein blauer Kern erscheint, in den grösseren aber sich wolkig, in Zonen oder Streifen verbreitet. In manchen grösseren Körnern fehlt auch das Blau ganz und gar.

Alle Krystalle sind wiederum mit kleinen und grösseren Glaseinschlüssen und Gasbläschen erfüllt, die theils unregelmässig vertheilt, theils auch in rechtwinkeliger Reihung auftreten. Die blaue Färbung zeigt zu dieser Punktirung gar keine Beziehung; da sie in den grösseren Krystallen sich nicht selten der Molekularstruktur entsprechend ausbreitet, so fallen die analog gelagerten Glaseinschlüsse natürlich häufig in die blauen Streifen, aber viel häufiger noch tritt die eine Erscheinung ohne die andere auf. Eher scheint eine gewisse repulsive Beziehung zu bestehen zwischen der blauen Färbung und den Eisenoxydblättchen, denn gewöhnlich erscheint bis auf einen kleinen Abstand von den letzteren das Mineral ungefärbt, auch wo sonst die blaue Farbe vorherrschend ist. Die schwärzliche Schattirung tritt, wie gesagt, neben oder in der bläulichen Färbung auf.

Wenn aber die letztere auch weder zu den Glas- und Gasbläschen, noch zu der Rostfärbung, noch zu der dunkeln Schattirung in einem allgemeinen ursachlichen Connex steht, so weisen doch die erwähnten Thatsachen mit Sicherheit darauf hin, dass die blaue Färbung, ebenso wie die anderen Erscheinungen etwas Selbständiges, Accidentelles ist, das mit der Mineralsubstanz nicht in nothwendigem untrennbarem Verbande steht, sondern entweder auf einer ursprünglichen molekularen Mischung oder auf einer nachträglichen Affektiou des Minerals beruht. Mit anderen Worten, der Hauyn erscheint in diesem Gestein nicht sowohl *farbig* als *gefärbt*, es ist blau gefärbter Nosean. Wir werden sehen, inwiefern dieser Annahme weitere Berechtigung zukommt.

Der Hauyn in der Niedermendiger Lava, wovon in fig. 12 ein paar neben einander liegende Körner abgebildet sind, ist in der Regel durch und durch blau, jedoch wird die Farbe nach Innen zu lichter. Dieser Eindruck wird zwar verstärkt, ist aber nicht allein dadurch bedingt, dass die Körner auch von einem schwarz schraffirten Rande umgeben sind. Ein paar Mal beobachtete ich einen stark röthlich violetten Farbenton, im Uebrigen zeigt das Mineral keine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten.

Ausgezeichnet in Betreff der Färbung sind noch die Noseane in den Phonolithen der Hegau, namentlich in den Varietäten vom Hohentwiel. Es ist auffallend, dass diese prächtigen Gesteine in den Sammlungen so wenig verbreitet sind, wie denn jene herrliche Gegend von den Geologen überhaupt ungebührlich vernachlässigt ist *). Ich habe mit der Abbildung der Noseane eine Wiedergabe des Gesammtbildes zu verbinden gesucht, (Taf. III), und will auch den speciellen auf unseren Gegenstand bezüglichen Mittheilungen eine petrographische Skizze der betreffenden Gesteine vorausschicken.

Am Hohentwiel allein kann man von dem Nosean-Phonolith schon fünf bis sechs Varietäten schlagen, die in Bezug auf Mikrostruktur, auf Farbe und Frische der Bestandtheile nicht un-

*) Von neueren Arbeiten ist wohl nur zu erwähnen: v. FRITSCH, *Notizen über geologische Verhältnisse im Hegau.* Neues Jahrb. 1865. S. 651.

belangreiche Verschiedenheiten zeigen. Nach dem Mengenverhältniss und der Entwicklung der Einsprenglinge treten jedoch namentlich zwei frischere Varietäten hervor, worauf sich alle anderen Nuancirungen zurückführen lassen; eine dichte, dunkele, bläulich braune bis schwärzliche, und eine grünlich graue, makroporphyrische Varietät. Ob die beiden Varietäten in der Lagerung scharf geschieden sind, kann ich nicht angeben, doch scheint die graue mehr am unteren, die braune mehr am oberen Theile des Kegelberges vorzukommen.

Die anderen Nuancirungen werden namentlich durch eine mehr oder weniger fortgeschrittene Zersetzung und Umwandlung der Noseane bedingt; in grossen Massen des Gesteins sind dieselben fast vollständig durch Natrolith-Aggregate ersetzt.

Die braune Varietät (Taf. III, fig. 1) hat ein ziemlich dichtes, splittriges, ächt phonolithisches Aussehen, doch kann man mit der Lupe immer bläuliche Noseankörnchen und hier und da ein Sanidin-Kryställchen erkennen. Die Zahl der letzteren ist in dieser Varietät verhältnissmässig gering; sie zeigen längliche meist etwas abgerundete Durchschnitte; Zwillinge sind sehr selten. Der Sanidin ist sehr frisch und ziemlich rein, nur vereinzelt findet man Glastheilchen, Mikrolithen oder auch Noseankörnchen darin eingeschlossen. Die Hornblende erscheint, wie gewöhnlich in den Phonolithen, in dunkelgrünen, moosförmigen Aggregaten, die aus allerkleinsten mikrolithischen Individuen bestehen. Sie sind meistens nach derselben Richtung, welche auch in der Lagerung der Sanidinkrystalle hervortritt, vorherrschend ausgedehnt; zuweilen nehmen sie auch regelmässigere Formen an, ähnlich denen der grauen Varietät fig. 2. Grössere einheitliche Hornblende-Nadeln sind sehr selten. An der Constitution der eigentlichen Grundmasse nimmt weder die Hornblende noch der Nosean einen hervorragenden Antheil; sie besteht vorwaltend aus farblosen nadelförmigen (Feldspath-) Mikrolithen, zwischen denen viele kurze Rechtecke oder hexagonale Formen auftreten, die wahrscheinlich als Nephelin zu deuten sind, und Magneteisen. Zwischen diesen krystallinischen Bestandtheilen bildet in geringer Menge ein farbloses Glas das verbindende Magma; stellenweise finden sich ziemlich grosse, reine Glasflasern.

In dem hiesigen Laboratorium wurden durch die Herren J. HOOZE und R. FENNEMA chemische Analysen dieser Varietät ausgeführt, welche folgendes Resultat ergaben:

| | R. FENNEMA. | S. HOOZE. |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 54,04 | 55,83 |
| Thonerde | 22,49 | 21,25 |
| Eisenoxyd | 2,34 | 2,37 |
| Manganoxyd | 0,60 | 0,64 |
| Kalk | 1,75 | 0,86 |
| Magnesia | 0,11 | 0,13 |
| Kali | 6,98 | 6,60 |
| Natron | 8,87 | 10,03 |
| Schwefelsäure | 0,62 | 0,85 |
| Chlor | Spur | 0,39 |
| Glühverlust | 2,47 | 2,26 |
| | 100,27 | 101,21 |

Spec. Gew. 2,527.

In den meisten Lehrbüchern wird sowohl Nosean als auch Hauyn vom Hohentwiel angeführt, ohne dass meines Wissens die Unterscheidung anders als durch die verschiedene Farbe motivirt wird. Eine Trennung und gesonderte Analyse der Körner wäre auch bei dieser Varietät wohl kaum zu ermöglichen. Bildet aber jener Farbenunterschied im Allgemeinen schon kein genügendes Moment für eine Abgrenzung, so verliert er hier vollständig seinen Werth, denn es finden sich alle möglichen Uebergänge von Weiss und Grau zu Grün und Dunkelblau. Auch kommen wieder schwarze Punktirungen vor, aber nur untergeordnet; die schwarz schattirten Noseane, welche bekanntlich in anderen Phonolithen gar nicht selten sind, scheinen im Hegau gänzlich zu fehlen. Nicht selten wird dagegen wieder durch eine rechtwinkelige, blaue oder grüne Streifung die reguläre Molekularstruktur angedeutet. An den grösseren Krystallen schwächt sich die Färbung gewöhnlich vom Rande nach innen zu ab, oder sie tritt wolkig im Inneren auf. Die mittelgrossen und kleinen Krystalle sind meist durch und durch gefärbt, mit helleren und dunkleren grünlich- oder lasurblauen Tönen. Die Noseane dieser Varietät sind im Allgemeinen ziemlich scharf-

kantig und regelmässig geformt; einzelne der grösseren Körner sind alterirt und bilden zellige Aggregate, worin die Ränder der Zellen meist grün oder blau gefärbt sind, während die Interstitien durch eine grau punktirte Zwischenmasse gebildet werden. Im Inneren der Zellen findet man oft doppelt brechende strahlige (Natrolith-) Aggregate.

Die graue Varietät des Gesteins vom Hohentwiel (Taf. III, fig. 2) ist viel grobkörniger als die braune. Die Noseankörner erreichen einen Durchmesser von 3—4 Millim.; die Sanidinkrystalle sind nicht nur grösser, sondern auch zahlreicher als in dem dunkeln Gestein; auch die Grundmasse ist grobkörniger, und die Hornblende bildet grössere einheitliche Aggregate, die aber oft sehr unregelmässig gehäuft liegen. Weniger Magneteisen, und in Folge dessen auch weniger Eisenoxydhydrat bedingt mit den Unterschied in der Färbung. Durch Zersetzung und Umwandlung der Noseane nimmt diese Varietät im Ganzen eine bräunliche Erdfarbe an, wobei die Noseane zu zelligen, durch Eisenoxyd röthlich gefärbten Aggregaten von Natrolith geworden sind Der Sanidin ist daneben gewöhnlich sehr frisch geblieben In diesem theilweise zersetzten Zustande ist der Phonolith nicht nur am Hohentwiel, sondern namentlich auch am Hohenkrähen sehr verbreitet.

Eine vollständige Analyse der frischen Varietät vom Hohentwiel, durch Herrn D. DE JONGH im hiesigen Laboratorium ausgeführt, ergab folgendes Resultat. Durch mehrtägige Behandlung mit heisser Salzsäure waren von dem Gesteinspulver

| | |
|---|---|
| Löslich . . . . | 60,42 |
| Unlöslich. . . . | 39,58. |

Auf Hundert berechnet enthielt

| | Das Gesammtgestein | Der lösliche Bestandtheil | Der unlösliche Bestandtheil |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 51,79 | 44,89 | 63,11 |
| Thonerde | 21,36 | 25,37 | 11,73 |
| Eisenoxyd | 2,36 | 1,49 | 3,77 |
| Kalk | 2,58 | 3.83 | |
| Magnesia | 0,25 | — | Nicht bestimmt. |
| Kali | 7,47 | 2,49 | |
| Natron | 9,10 | 14,47 | |
| Wasser | 4,31 | 7,13 | |
| Schwefelsäure | 0,96 | 1,42 | |
| Chlor | Spur | | |
| | 100,18 | 101,09 | |

Spec. Gew. 2,488.

Die grösseren Noseankörner sind gewöhnlich nicht scharfkantig und regelmässig umgrenzt, oft auch zerbrochen; sie zeigen mehr grüne, die kleineren mehr bläuliche Färbung. Die grüne Färbung ist oft wolkig, in der Regel aber auf unregelmässigen Spaltennetzen durch die Krystalle verbreitet, wie die Abbildung dies wiedergibt. Die eigentliche Noseansubstanz ist entweder ganz frisch, wasserhell, oder grau getrübt durch beginnende Zersetzung. Opake Körnchen sind unregelmässig darin zerstreut, niemals linear gereiht; sie zeigen meistentheils sehr scharfe quadratische oder hexagonale Umgrenzungen, und bei auffallendem Licht metallischen Reflex, weshalb ich sie mit Sicherheit für Magneteisen halte.

Wir sehen also, dass die Ultramarinfärbung in den Noseanen vom Hohentwiel entweder als äussere, nach innen abnehmende Zone oder in durchsetzenden Molekularspalten auftritt, und diese Verbreitungsart ist der Annahme sehr günstig, dass die Färbung auf eine sekundäre chemische Affektion der Krystalle zurückzuführen sei.

Im Interesse dieser Anschauung ist es natürlich von Wichtigkeit, zu erforschen, ob und durch welche Mittel sich in ungefärbten Noseanen etwa die blaue oder grüne Farbe hervorrufen lässt. Durch das fast ausschliessliche Vorkommen der betreffenden Mineralien in Laven oder doch unzweifelhaft vulkanischen Gesteinen werden wir darauf hingewiesen, dass es sich

hier um pyrochemische Reactionen handelt, und andererseits bieten schon die oben erwähnten Versuche von NORDENSKJÖLD und die Beobachtung VOM RATH's dass der Berzelin beim Glühen unter Gewichtsabnahme blau wird, eine synthetische Begründung dar. Ferner sind hier die Versuche anzuführen, worüber L. DRESSEL berichtet (*Neues Jahrb.* 1870. S. 565) und welche derselbe an Hauynhaltigen Auswürflingen vom Laacher See angestellt hat.

DRESSEL scheint ein äusserliches Hinzutreten von schwefliger Säure oder Chlorgas während des Erhitzens als eine nothwendige Bedingung für das Auftreten der blauen Farbe anzusehen; er erhitzte deshalb die Auswürflinge, welche farblose, hell- und dunkelbraune Noseane enthielten, mit Schwefel oder zwischen Steinkohlen. Die Bomben „zeigten, wenn sie bis zum Verglasen der äusseren Schicht im Feuer gelassen waren, blau gewordene Noseane, die bald hell und durchsichtig waren, bald unklar und trübe; neben den blauen traten auch blaugrüne und grüne Farbentöne auf, andere Noseane hatten noch ihre ursprüngliche Farbe bewahrt. Manchmal wurden die Noseane auch dunkler braun und blauschwarz."

DRESSEL ist auch der Ansicht, dass die Bläuung in den natürlichen Noseanen durch ähnliche Reactionen erfolgt sei, er will jedoch wegen der Verschiedenheiten in den Analysen den Hauyn nicht mit dem Nosean vereinigen. Ich habe früher bereits versucht (Vgl S. 163) die Bedeutung dieser Differenzen abzuschwächen.

Es mag dahin gestellt bleiben, ob bei den Versuchen von DRESSEL die äussere Athmosphäre vou Schwefliger Saüre für das Auftreten der blauen Farbe von wesentlicher Bedeutung war, was übrigens, sofern das Gas in das Innere des Minerales dringen konnte, nicht wohl zu bezweifeln ist. Bei der eigenthümlichen chemischen Constitution des Noseans und den vorliegenden Versuchen von NORDENSKJÖLD und VOM RATH schien er mir aber von Interesse zu untersuchen, inwiefern auch ohne jene äusserliche Zuthat, allein durch Erhitzen, also allenfalls unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, eine Bläuung des Noseans zu erreichen sei. Es wäre dadurch nicht ausgeschlossen, dass Schweflige Säure bei dem Prozesse eine Rolle spielt, aber

dieselbe müfste sich dann in dem Mineral selbst, durch gegenseitige Einwirkung der Bestandtheile entwickeln.

Man kann selbstredend nicht erwarten, dass jeder ungefärbte Nosean sich durch Glühen färben lasst, wie denn auch immer ungefärbte neben gefärbten in der Natur vorkommen. Unzweifelhaft ist ein eigenthümlicher Molekularzustand der Substanz und ein bestimmter Erwärmungsmodus für das Auftreten der blauen Farbe nothwendig, und a priori ist es wahrscheinlich, dass jener Molekularzustand in vielen Gesteinen, wenn er auch ursprünglich vielleicht möglich oder vorhanden war, sozusagen verbraucht, oder auch durch eine verkehrte Reaction zerstört ist. Die betreffenden Noseane sind eben in der heissen Masse blau geworden, soweit sie unter den obwaltenden Verhältnissen blau werden konnten, und es ist nicht wahrscheinlich, dass eine nachträgliche Erhitzung auch eine weitere Bläuung zur Folge hat. Ich habe mehrere Stückchen der Gesteine von Rieden und von Olbrück in verschiedenen Graden vor der Gebläselampe erhitzt, angeschmolzen, und dann mikroskopische Präparate daraus verfertigt, aber eine wesentliche Veränderung der Farbe an den Noseanen nicht beobachtet. Auch in den Noseanen vom Hohentwiel scheint die Fähigkeit, durch Glühen blau zu werden, grösstentheils von der Natur verbraucht zu sein ; die grüne Spaltenfärbung wird sogar meistens bei hoher Temperatur ausgelöscht, und es hinterbleibt nur eine schwache Rostfärbung.

Geeigneter für solche Versuche erweisen sich die Noseane, an denen eine schwärzliche oder blaue Färbung überhaupt nicht auftritt. Ich erwähne zunächst nochmals gewisse Lesesteine vom Laacher See, bin jedoch nicht sicher, ob es dieselben sind, an denen DRESSEL seine Versuche anstellte. Die meinigen sind helle, gelblich weisse Aggregate von Sanidin, Nosean, Magnesiaglimmer und Magneteisen. In durchsetzenden Klüften (auch an der äusseren Rinde?) der Blöcke sind die Noseankörner oft gross und drusig gehäuft, zeigen auch wohl regelmässige, wenngleich nicht scharfkantige Formen.

Sie haben hier äusserlich eine ziemlich dunkle, bräunlich graue Farbe, im Inneren sind sie heller; diese braune Farbe ist keine Ultramarinfärbung, denn sie lässt sich mit Salzsaüre

nicht extrahiren. Die eingewachsenen Noseankörner zeigen selten krystallinische Umgrenzungen, vielmehr füllen sie gewöhnlich die unregelmässigen Zwischenräume zwischen den Sanidinkrystallen vollständig aus. Sie werden zuweilen von feinen Gangnetzen durchsetzt, die mit Glasmasse erfüllt sind; gewöhnlich aber sind sie von vielen grösseren Glaseinschlüssen mit Gasbläschen, von schwarzen Kryställchen (zuweilen auch rothen hexagonalen Eisenglimmerblättchen) hauptsächtlich aber wieder von den rechtwinkelig sich kreuzenden grauen Punktreihen erfüllt (Taf. I, fig. 1:3). Von blauer Färbung ist an diesen eingewachsenen Körnern Nichts wahrzunehmen. Beim Erhitzen vor der Gebläselampe werden sie jedoch deutlich blau oder grün gefärbt; während man dieselben in dem hellen Aggregate sonst mit blossem Auge nicht erkennen kann, treten die blauen Körnchen nach dem Erhitzen deutlich hervor. Leider wird das Gestein durch das Glühen so gelockert, dass es mir nachher nicht gelingen wollte, ein mikroskopisches Präparat anzufertigen und die Veränderung der Mikrostruktur genauer zu ermitteln. Ich bemerke noch, dass ich bei diesen und den folgenden Versuchen keinen Unterschied wahrnehmen konnte, wenn ich die Stücke in der inneren oder äusseren Flamme der Gebläselampe oder auch in einem Platinatiegel erhitzte; wenigstens trat in jedem Falle eine Bläuung ein, das Mehr oder Weniger lässt sich freilich nicht wohl feststellen.

Am besten gelingt die nachträgliche blaue Färbung des Noseans in dem interessanten Gestein vom Katzenbuckel im Odenwald, worüber wir Herrn Dr. ROSENBUSCH eine Monographie verdanken *).

Die mikroskopischen Besonderheiten des Gesteins möge man in dieser schätzenswerthen Abhandlung nachsehen; ich beschränke mich auf die Mittheilung, dass in meinen Stücken die Noseane meist ziemlich gleichmässig getrübt sind; oft grenzt sich ein Kern ab, der aber nicht durch eine Punktirung oder Schattirung, sondern durch helle und dunkle Mikrolithen gebildet wird.

Der äussere, ziemlich breite Rand ist gewöhnlich hell und

*) H. ROSENBUSCH, *Der Nephelinit vom Katzenbuckel*. Freiburg i. Br. 1869.

rein. Wenn man Stückchen des Gesteins, wie sie zu mikroskopischen Präparaten verwendet werden, vor dem Gasgebläse glüht, so tritt meist trotz der dunkeln Gesammtfarbe des Gesteins die blaue Färbung der Noseane schon äusserlich hervor; bei vorsichtiger Behandlung kann man aber auch nachher noch ein Präparat aus dem Stückchen fertigen, und da erscheint dann die Noseansubstanz schön lasurblau, dunkler als die meisten Hauyne. Die Kerne in den grösseren Krystallen sind gewöhnlich schwach, ungleich oder gar nicht gefärbt, der ehemals weisse Rand und die meisten kleinen Krystalle sind aber homogen dunkelblau geworden. Eine schwärzliche Schattirung ist mit der blauen Färbung jedoch nicht verbunden.

Es ist wohl keine Frage, dass die Krystalle, wenn sie in diesem Zustande gefunden, also durch natürliche Einwirkungen gebläut wären, als Hauyn und nicht als Nosean bestimmt sein würden. Uebrigens findet man nach dem Glühen neben den gefärbten auch noch ungefärbte Noseane, wobei es freilich zweifelhaft bleibt, ob dieselben ihrem Molekularzustande gemäss zu der Färbung nicht geeignet waren, oder ob sie nur nicht in der richtigen Weise erhitzt wurden.

Auch in einem Phonolith vom Kaiserstuhl nahm der Nosean durch Glühen eine schön blaue Farbe an. Das Gestein ist von einem untergeordneten (gangartigen?) Vorkommen bei Rothweil; es enthält ziemlich viele mikroskopische rothe Granaten. Die Noseane zeigen meist regelmässige, hexagonale oder quadratische Durchschnitte; opake Körnchen und Nädelchen sind entweder ziemlich gleichmässig durch den Krystall verbreitet, (Taf. I, fig. 14) oder zu einem Kern zusammengedrängt In den durch Glühen gebläuten Krystallen ging die Färbung oft von feinen Spalten aus, ganz in derselben Weise wie wir dies in dem Gestein vom Hohentwiel kennen gelernt haben.

An dem niedrigen Kegel des Stauffen im Hegau ist der Noseanphonolith etwas feinkörniger und dichter, übrigens aber der bläulichgrauen Varietät von dem benachbarten Hohentwiel sehr ähnlich. Die Noseane aber sind ungefärbt, und in dem frischen Gestein, wie es an einem Punkte nahe dem Gipfel ansteht, sind die Krystalle überhaupt sehr hell und rein, nur hier

und da von lichtgrauen, sich rechtwinkelig kreuzenden Punktreihen durchzogen. Diese Noseane treten beim Glühen an der Luft erst weisslich hervor, und nehmen dann rasch eine schön blaue, oft ganz dunkle Lasurfarbe an.

Aus allen künstlich gefärbten ist wie aus den von Natur blauen oder grünen Hauynen die Farbe durch Erhitzen bis zum Schmelzen oder durch verdünnte Saüren leicht zu vertreiben. Wenn man einen Dünnschliff der betreffenden Mineralien in verdünnte Salzsäure legt, so schwindet die Farbe in wenigen Minuten, ohne dass eine Gasentwiklung oder eine anderweitige Zersetzung dabei bemerkbar ist. Das Mineral erscheint nach der Entfärbung eigentlich frischer als vorher. Hauynpulver mit verdünnter Säure behandelt, entwickelt bekanntlich eine geringe Menge Schwefelwasserstoff; DRESSEL hat auch in den Noseanen der Laesesteine ein zersetzbares Sulfid nachgewiesen. Als ich etwa 20 Gramm des dunkeln Gesteins vom Hoheutwiel mit verdünnter Säure digerirte, erhielt ich nur einen schwachen Geruch und eine lichte Bräunung des Bleizucker-Papieres. Der schwärzliche Nosean von Rieden entwickelt dagegen keine Spur von Schwefelwasserstoff, wie schon die Untersuchuugen von WHITNEY und VOM RATH dargethan haben. Wenn man einen Dünnschliff unter dem Mikroskope mit Säure behandelt, so sieht man nach einiger Zeit in der dunkeln Schattirung hellere Strasen entstehen, auch wird dieselbe im Ganzen lichter, aber sie lässt sich durchaus nicht in derselben Weise extrahiren wie die blaue Hauynfarbe. Sie verschwindet augenscheinlich nur mit dem Silikate selbst. Die schwarzen Kryställchen bleiben nach der vollständigen Auflosung des Silikates scheinbar unversehrt zurück; in heisser concentrirter Säure scheinen sie löslich zu sein, jedoch sind die betreffenden Beobachtungen wegen der eingreifenden Zerstörung des Päparates unsicher.

Im Anschluss an die Untersuchungen von STEIN liegt der Gedanke nahe, die schwärzliche Schattirung auf eine Abscheidung von schwarzem Schwefelaluminium zurückzuführen; es scheint mir jedoch, dass sehr gewichtige Bedenken dieser Anschauung entgegen stehen. Das Schwefelaluminium wird schon durch Wasser zersetzt; und wollte man dem Silikate auch einen beschirmenden Einfluss zugestehen, so beweist doch das Ver-

halten der blauen Verbindung, dass gegenüber schwachen Säuren dieser Schutz nicht ausreicht. Die blaue Farbe lässt sich extrahiren, die schwarze nicht. Durch die grössere Menge des Sulfides kann dieser Unterschied nicht aufgeklärt werden, denn gerade die blauen Krystalle entwickeln wahrnehmbare Mengen von Schwefelwasserstoff, nicht die schwarzen. Man kann somit, auch abgesehen von den physikalischen Schwierigkeiten, unmöglich annehmen, dass die schwarze Verbindung dieselbe sei wie die blaue, und dass sie aus Schwefelaluminium oder einer anderen leicht zersetzbaren Schwefelverbindung bestehe.

Die Vertretung oder Ersetzung des schwarzen Pigmentes durch Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat weist uns mit Entschiedenheit darauf hin, in der Substanz eine Eisenverbindung zu suchen, und da die betreffenden Schwefelverbindungen aus obigen Gründen ausgeschlossen sind, so hinterbleibt nur die einfachste Annahme, dass wir es mit einem amorphen Eisenmoor von der Zusammensetzung des Magneteisens zu thun haben. (Die Analysen ergeben für Nosean und Hauyn durchschnittlich 1 Proc. Eisenoxyd).

Die eingeschlossenen Kryställchen wurden oben bereits theils als Magneteisen theils als Eisenglanz bestimmt; die länglichen Körnchen können entweder gestreckte Granatoeder und Oktaeder von Magneteisen oder auch rhombische Nädelchen von Nadeleisen sein. Es ist wahrscheinlich, dass diese Sauerstoff-Verbindungen des Eisens während und nach der Abscheidung des Noseans durch Umsetzung der flüchtigen Chlorverbindungen entstanden sind. Man könnte annehmen, dass ein ursprünglicher Chlor- und Eisengehalt des Noseans hierzu das Material geliefert habe, jedoch dürfte es den Thatsachen besser entsprechen, das Eisenchlorid oder-chlorür von Aussen hinzu treten zu lassen und vielmehr den Chlorgehalt des Noseans gleichfalls auf diese sekundäre Affektion und eine damit verbundene theilweise molekulare Umwandlung zu Sodalith zurückzuführen. Möglich, dass die feine Körnung und die lichtgraublaue Färbung, wovon früher die Rede gewesen, mit dieser Sodalithbildung im Zusammenhange stehen. Die bläuliche oder grünliche Färbung des Sodaliths und wahrscheinlich auch des Apatits würde übrigens als Chlorfärbung auf einem ganz analogen Molekularzustande beruhen können, wie die Schwefelfärbung des Hauyns.

Was nun „das färbende Prinzip" der Schwefelverbindungen betrifft, so dürften die Thatsachen wohl schwerlich dazu nöthigen, für dieses Problem den alten Streit der Farbentheorien wieder auzuregen. Es scheint mir zunächst bei den Untersuchungen über das künstliche Ultramarin die Frage nicht gründlich genug erörtert und keineswegs entschieden zu sein, inwiefern man überhaupt von einem Pigmente als von einer selbständigen Verbindung reden darf. Die Färbung ist gewiss schliesslich auf irgend eine Molekulargruppirung oder partielle Molekularverdichtung zurückzuführen, und es kann kein Zweifel herrschen dass dabei der Schwefel, dieser merkwürdige, proteusartige Körper das eigentlich verantwortliche Element bildet.

Ueber die chemische Reaction, durch welche in den ungefärbten Noseanen beim Erhitzen die blaue Farbe hervorgerufen wird, lässt sich kaum eine bestimmte Ansicht aufstellen, so lange man von der ursprünglichen Molekularconstitution des Minerals keine ganz klare Vorstellung hat. Wenn man in dem ungefärbten Nosean immer Schwefelnatrium annehmen darf, so scheint es am einfachsten, an eine Wirkung dieses Sulfides auf ein schwefelsaures Salz zu denken, wie dies auch DRESSEL im Wesentlichen annimmt. Wüsste man, welche gasförmige Verbindung beim Glühen entweicht (der Berzelin verlor bei dem Versuche VOM RATH's 0,48 p. C. an Gewicht) so würde man vielleicht eine bestimmtere Anschauung gewinnen können.

Durch künstliche Herstellung blauer Sulfide würde die Annahme eines selbständigen Pigmentes in den Ultramarinverbindungen jedenfalls eine wesentliche Stütze erhalten, wenngleich die physikalische Erklärung der blauen Farbe damit nur verschoben wäre. Aus den bisher vorliegenden Thatsachen lassen sich meiner Meinung nach nur zwei Argumente zu Gunsten jener Ansicht anführen: erstens, dass sich die blaue und grüne Farbe durch verdünnte Säuren leicht vertreiben oder extrahiren lassen; zweitens, dass die Färbung durch eine sekundäre Affektion bedingt ist, die am einfachsten als eine chemische Zersetzung, als Trennung der bestehenden und Neubildung von anderen Molekulargruppen zu fassen wäre.

Was die Einwirkung der Säuren betrifft, so wird dadurch zunächst nur die *Zerstörung*, nicht aber die *Extraction* einer

blauen Verbindung angedeutet, und ob wir hier an das Mineral als Gesammtverbindung oder an ein selbständiges blaues Pigment zu denken haben, bleibt durchaus zweifelhaft. Ebenso wenig ist das zweite Argument entscheidend. Das Auftreten der Farben kann als eine so zarte Nüancirung des Molekularzustandes aufgefasst werden, dass eine Zersetzung oder die Neubildung untergeordneter Verbindungen im chemischen Sinne vielleicht schon ein viel zu starker Ausdruck für jene physikalische Modifikation wäre. Der analogen Farbenwandlungen bei der Verbindung von Schwefel mit Schwefelsäure und anderer blauer Schwefellösungen ist bereits früherhin Erwähnung geschehen. Wie nun der Schwefel in diesen Lösungen, sei es für sich allein durch eine eigenthümliche Gruppirung der Atome, sei es in eigenthümlicher Verbindung mit fremdartigen Molekülen, eine partielle Absorption des Lichtes bewirkt, so kann derselbe auch dem Natron, der Thonerde oder einem Silikate gegenüber sich optisch wirksam erweisen, und jener eigenthümlichen Lagerung, Lockerung oder Verdichtung der Moleküle wäre durch den festen Aggregatzustand des Mediums eine grössere Beständigkeit gesichert. Wie man aber aus jenen Lösungen schwerlich einen festen blauen Körper, es sei eine Verbindung oder auch blauen Schwefel dauernd isoliren kann, so ist es auch sehr zweifelhaft, ob es gelingen wird, in dem Ultramarin ein blaues Pigment nachzuweisen. Die Bedingungen, an welche die Isolirung der betreffenden Atomgruppe geknüpft ist, können den Bedingungen der Farbenwirkung geradezu widerstreiten, und derselbe Körper, welcher in jener eigenthümlichen Modifikation der Verbindung die blaue Farbe erzeugt, kann in isolirtem Zustande farblos, schwarz, oder auch irgendwie anders gefärbt sein.

*Delft*, Juli 1872.

---

# ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Taf. 1, fig. 1—9. Noseankörner aus dem Nosean-Leucitophyr von Rieden. Fig. 1 = 50 ×; fig. $1^a$, ein kleines Stück vom Rande desselben Krystalls 300 ×; fig. $1^b$, einzelne Glaseinschlüsse 1000 ×; (S. 175); fig. 2, 3, 4 = 50 ×; (S. 175); fig. 5 = 300 ×; fig. $5^a$, opake Einschlüsse (Magneteisen) aus demselben Krystall 800 × (S. 176); fig. 6 = 50 × (S. 177, 178); fig. 7 = 50 ×; fig. 8 Theil eines anderen rothen Noseankornes 300 ×; (S. 177): 178; fig. 9 = 80 ×; (S. 178).

Fig. 10. Noseankorn aus dem Gestein vom Burgberg bei Rieden 80 ×; fig. 11 aus dem Nosean-Leucitophyr vom Olbrück 80 ×.

Fig. 12. Hauynkörner aus der Lava von Niedermendig 50 ×; (S. 181).

Fig. 13. Noseankorn aus einem Lesestein vom Laacher See 100 ×; $13^a$, darin eingeschlossene Kryställchen (Magneteisen, Eisenglanz) 300 × (S. 188).

Fig. 14. Nosean aus einem Phonolith von Rothweil im Kaiserstuhl 80 × (S. 189).

Taf. II. Hauynlava von Melfi am Vultur, entworfen bei 80 maliger, die Details ausgearbeitet bei 300 maliger Vergrösserung. Die grösseren Noseankörner sind zunächst absonderlich ausgewählt und gezeichnet, und sodann durch instruktive Parthien der Grundmassa verbunden; dabei ist jedoch sowohl die relative Menge und Grösse der verschiedenen Bestandtheile als auch die poröse Beschaffenheit des Gesteins berücksichtigt worden. Die rundlichen weissen Körner der Grundmassa sind Leucit, die kurzen, dicken, hexagonalen oder rechteckigen Querschnitte (ungefähr in der Mitte des Bildes) sind auf Nephelin, die langen spiessigen Nadeln, welche die Augitkörner vielfach durchsetzen (links oberhalb des grossen Hauynkrystalls) sind wahrscheinlich auf Apatit zurückführen. Rechts unten Hauyn in Augit eingeschlossen und zonenweise Färbung des

Fig. 1.

Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 3.

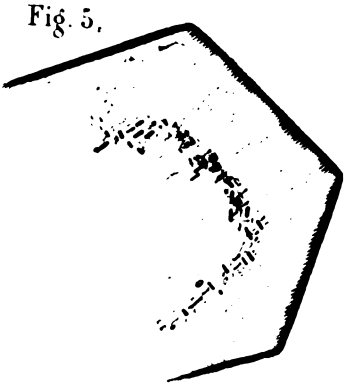


Fig. 3a

Fig. 4.

Fig. 6.

Fig. 9.

Fig. 10.

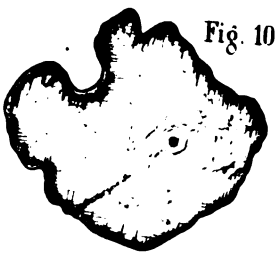


Fig. 11.

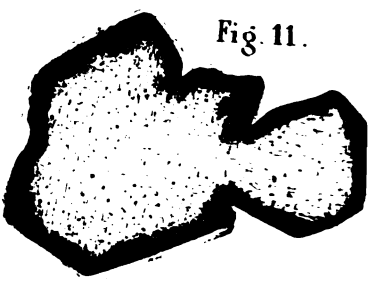


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 8.

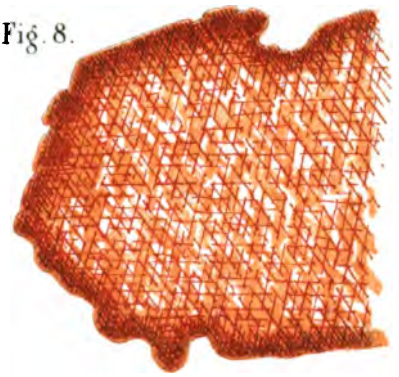


Fig. 7.

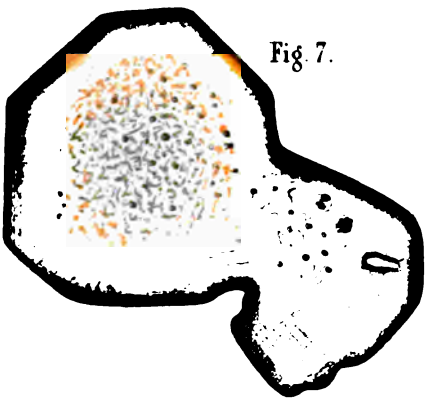
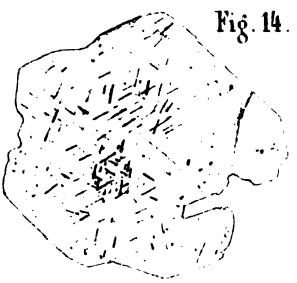


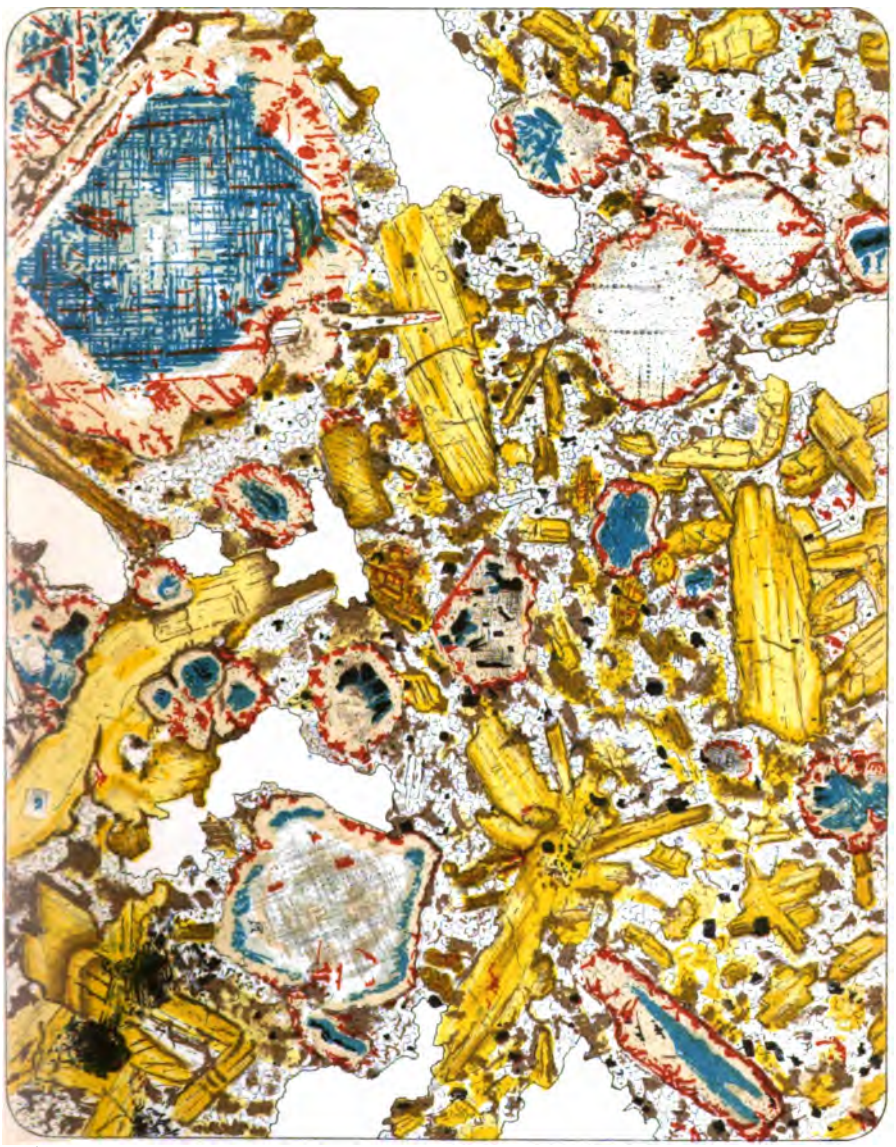
Fig. 12.

Fig. 13ª.

Fig. 13.

Fig. 14.





A. J. Wendel del. et lith. Gemeinschaftl. P. W. M. Disp.

HAUYNOPHYR VON MELFI.

Fig. 1.

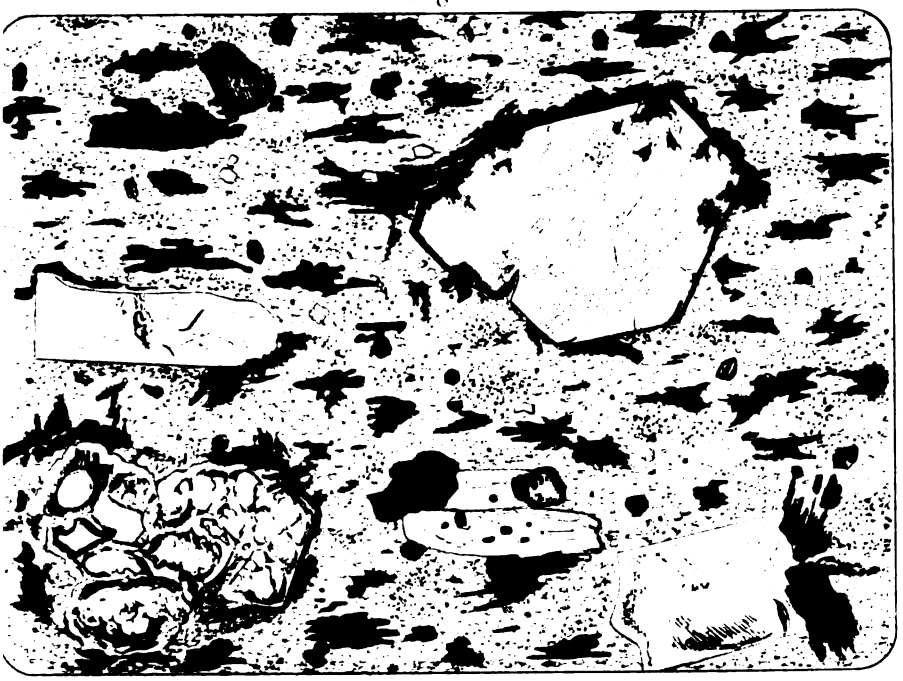
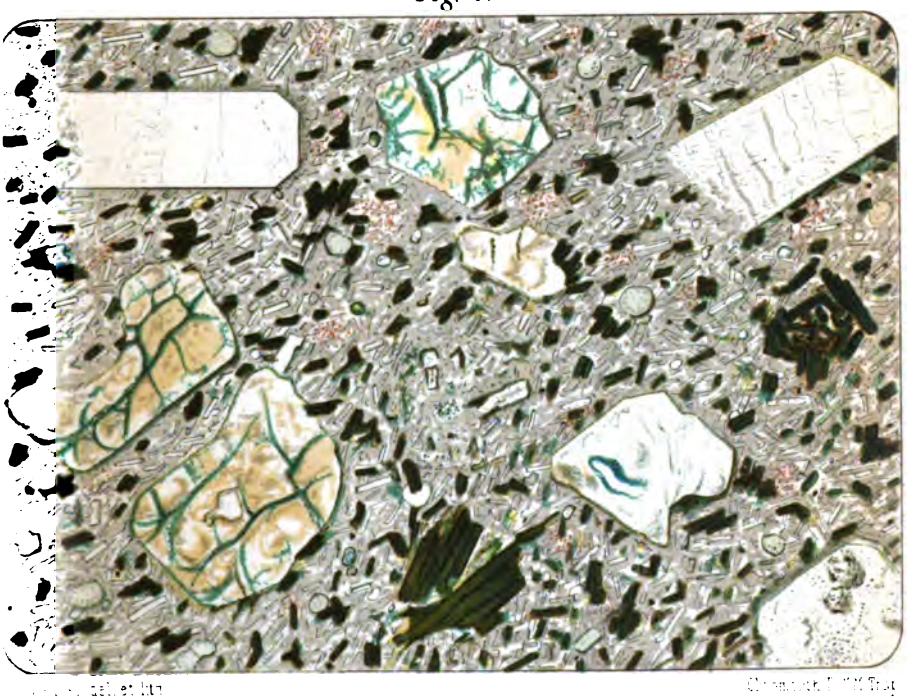


Fig. 2.



NOSEANPHONOLITH VOM HOHENTWIEL.

Augites. Der schwarze, opake Bestandtheil ist Magneteisen. Ueber die Hauynkörner vgl. S. 179 ff; rechts oben ist ein Krystallkorn gezeichnet, welches in auffallender Weise (wahrscheinlich nach einer trigonalen Axe) länglich ausgedehnt ist.

Taf. III. Noseanphonolith vom Hohentwiel im Hegau; entworfen bei 80, die Details bei 300 maliger Vergrösserung ausgearbeitet. Die grösseren Krystallkörner sind zunächst absonderlich ausgewählt, und sodann durch Grundmasse verbunden, wobei die relative Lage, Menge und Grösse der Bestandtheile berücksichtigt wurde. Fig. 1 gibt in dieser Weise ein ziemlich vollständiges Bild der schwärzlich braunen, sehr dichten Varietät (S. 182); in fig. 2, einer Abbildung der bläulich grauen, porphyrartigen Varietät, sind die grösseren, makroskopischen Sanidin- und Noseankörner nicht zur Anschauung gebracht (S. 184).

# OVER DEN DIAMANT.

DOOR

**E. H. VON BAUMHAUER.**

Onderzoekingen in den lateren tijd door A. R. V. SCHRÖTTER *) en G. ROSE †) over den diamant medegedeeld, wier resultaten op sommige punten niet met elkander en ook niet met die van vroegere onderzoekers overeenkomen, gaven mij aanleiding om vooral mijne aandacht te vestigen op de verschillende toestanden waarin de diamant in de natuur voorkomt en een uitvoerig onderzoek te doen zoowel over het soortelijk gewicht van den diamant in die verschillende toestanden als ook over de wijze waarop de diamant zich bij groote hitte tegenover verschillende gassen verhoudt, om zoo mogelijk de nog hangende kwestie of de diamant door hitte in den grafiet-toestand of in den vormloozen toestand kan worden omgezet, op te lossen. Tot dit onderzoek ben ik in de gelegenheid gesteld door de niet genoeg te waardeeren hulp en welwillendheid van den kundigen directeur der in Amsterdam gevestigde diamantslijperij van den Heer MARTIN COSTER te Parijs, den Heer ALEX. DANIËLS, aan wien ik openlijk mijnen warmen dank breng.

In de meeste leerboeken vindt men opgeteekend, dat de koolstof voorkomt in drie toestanden, die men de allotropische toestanden der koolstof noemt, en die men veelal bestempelt met de letters $\alpha$, $\beta$ en $\gamma$ van het grieksche alphabet. Die toestanden zouden zijn:

---

*) *Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften.* T. LXIII. Wien 1871.

†) *Monatsberichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* Juni 1872.

1°. De vormlooze, zooals in het roetzwart en al de koolstof die bij onvolledige verbranding van organische stoffen terugblijft.

2°. De grafiet; deze komt als zeszijdige tafelen gekristalliseerd en met metaalglans in de natuur voor in de oudste gesteenten b. v. in graniet, gneis en thonschiefer, en vormt daarin dikwijls vrij aanzienlijke massa's, die meer of minder zuivere koolstof zijn; bij verbranding toch aan de lucht laten de meeste grafieten iets onverbrandbaars (asch) achter, hetgeen vijf of minder procenten bedraagt; het is echter gebleken, dat men den grafiet van alle andere bestanddeelen kan zuiveren, zonder den grafiet-toestand of gekristalliseerden metaalglanzenden toestand daardoor te veranderen. Daarenboven is het nu met zekerheid bewezen, dat men op kunstmatige wijze de vormlooze koolstof in de grafiet-koolstof kan doen overgaan; wanneer nl. ijzer bij hooge temperatuur in gesmolten toestand met vormlooze koolstof (b. v. houtskool) wordt verhit, neemt het daarvan eene aanzienlijke hoeveelheid op, die het bij bekoeling onder bepaalde omstandigheden voor een groot deel uitscheidt in den vorm van dunne, breede kristallijne plaatjes, die onopgelost terugblijven, wanneer men dit zoogenoemde grauw gietijzer met zoutzuur of koningswater uittrekt. De vormlooze koolstof is dus in haren grafiet-toestand overgegaan en wij zijn dus in staat vormlooze kool op kunstmatigen weg te doen kristalliseeren; doch al de pogingen door zoovelen in het werk gesteld om hetzij de vormlooze kool of de grafiet te doen overgaan in den derden allotropischen toestand zijn tot nu toe vruchteloos gebleven.

3°. Die derde allotropische toestand is de diamant-toestand, waarvan de grondvorm de regelmatige octaëder is, in welken regelmatigen vorm de diamant echter slechts spaarzaam in de natuur voorkomt, daar de meeste diamanten een afgeleiden vorm hebben, den rhombendodecaëder en hexakisoctaëder, veelal met gekromde vlakken, die daardoor ontstaan, dat op de octaëdervlakken platte pyramiden met zes driezijdige vlakken gegroeid zijn, waardoor de kristallen 48 vlakken hebben, die bijna rond schijnen door de groote platheid der pyramiden.

Men zou zich echter vergissen, indien men, naar hetgeen in de leerboeken voorkomt, vermeende, dat de diamant alleen voorkomt als een doorzichtig meer of minder kleurloos gekristalli-

seerd lichaam. Er was een tijd dat deze alleen bij het diamantwasschen werd verzameld, terwijl eene meestal zwarte of grauwe stof, die soms in vrij groote vormlooze brokken voorkomt, de aandacht hoegenaamd niet had tot zich getrokken. Deze stukken, die op het uiterlijk niets met diamant gemeen hebben, worden tegenwoordig, dewijl zij eene vrij aanzienlijke handelswaarde hebben verkregen, gretig opgezocht en komen onder den naam van *carbonado* of *carbon* in den handel voor; het zijn meestal ronde, soms hoekige massa's, die van buiten veelal zwart en glanzend zijn, alsof zij door schuring eene gladde oppervlakte hebben gekregen; op de breuk daarentegen zijn zij dof met enkele glanzende punten, en onder de loep beschouwd ziet men vele kleine en grootere poriën; de kleur van de breukvlakte is zeer verschillend: van de meesten grijsgrauw, van anderen paarsch violet; bij koking in water worden vele luchtbellen uitgedreven, zoodat ik bij de waterweging ze vooraf eenigen tijd in water heb gekookt, om zooveel mogelijk de lucht uit de poriën te verdrijven. Bij de behandeling met koningswater vond ik in de oplossing tamelijk veel ijzer en een weinig kalk, doch geen spoor zwavelzuur noch aluinaarde; bij verbranding in zuurstofgas laten zij een weinig asch terug, volgens RIVOT van 0,24 tot 2,0 pCt.; ik hoop later in de gelegenheid te zijn nadere onderzoekingen over den carbon in het werk te stellen; waartoe men deze stof tegenwoordig gebruikt, zullen wij straks zien.

Doch ook deze soort van diamant, welke ten eenen male tot het maken van sieraden ongeschikt is, kan men niet als een afzonderlijken toestand van den diamant aanzien. Beschouwt men toch, zooals ik meermalen de gelegenheid had, zoowel te Parijs bij den Heer MARTIN COSTER alsook bij den Heer DANIËLS te Amsterdam, groote massa's carbons en diamanten, zoo is het dikwijls van sommige stukken moeielijk te zeggen of zij tot de rubriek der op het bloote oog hoegenaamd geen kristallijne structuur vertoonende carbons behooren, dan wel tot de rubriek der donkergekleurde slecht en zeer onregelmatig gekristalliseerde diamanten; zoodat ik bij het zien van zoovele verschillende soorten de overtuiging heb gekregen, dat tusschen den alleen fijnkorlig gekristalliseerden carbon en den zuiveren doorzich-

tigen in zuivere octaëders gekristalliseerden diamant, eene aaneengeschakelde reeks van tusschentoestanden zijn, waarin de diamant kan voorkomen.

Terwijl de ware diament zich door klieven volgens de vlakken van den octaëder laat splijten, is zulks niet het geval met den fijnkorligen waren carbon; in de daar tusschen liggende soorten kan die klieving meer of minder bewerkstelligd worden. Opmerkelijk is het, dat terwijl in Brazilië, vooral in Bahia, in de alluviale gronden met den diamant de carbon in vrij groote stukken, zelfs van meerdere decagrammen wordt aangetroffen, zulks aan de Kaap de Goede Hoop niet schijnt plaats te vinden. De aandacht der diamantzoekers aan de Kaap is bepaald gevestigd geworden op deze op het oog nietswaardige koolstof, en toch schijnt het dat in de diamanthoudende alluviale gronden aan de Kaap de carbon niet voorkomt.

Door den Heer DANIËLS werd ik in de gelegenheid gesteld een paar zwarte klompjes, die als vermoedelijke carbon uit de Kaap waren overgezonden, te onderzoeken; het bleek mij echter, dat deze stukjes hoegenaamd geen koolstof bevatten, maar grootendeels uit ijzeroxydhydraat bestonden.

Behalve den carbon en den diamant komt de kool nog in eene andere wijziging voor, die bij de diamant-handelaars onder den naam van boord bekend staat. Het zijn meestal kogels, wel doorschijnend doch niet doorzichtig, hetzij kleurloos of grauw gekleurd. Door klieving kunnen daaruit geen octaëders worden verkregen, daarenboven zijn zij veel harder dan de goed gekristalliseerde diamant, doch zij doen in hardheid nog onder voor den carbon, zoodat de carbon en de boord tegenwoordig bij het slijpen der diamanten bijna bij uitsluiting als slijpmiddelen worden gebruikt en de slijpers daaraan verre de voorkeur geven boven het vroeger gebruikte poeder van den goed gekristalliseerden diamant. Nog zeer twijfelachtig is de door sommigen geuitte meening, dat het kristallijne borium, voor eenige jaren eerst kunstmatig verkregen, den diamant in hardheid zou evenaren of overtreffen en dus voor het bewerken van den diamant geschikt zoude zijn. De hooge prijs echter van dit produkt heeft zijne toepassing in den weg gestaan.

Over de dichtheid van den diamant zijn door meerdere on-

derzoekers bepalingen gedaan, die echter nog al uit elkander loopen; zoo vond THOMSON daarvoor 3.5295 zonder opgave van temperatuur. HALPHEN geeft op voor de dichtheid van den beroemden grooten diamant „Etoile du Sud" genaamd, 3,529 bij 15° C.; Dr. SCHRAUF voor den Florentijnschen diamant, die in de Weener schatkamer bewaard wordt, na aanbrenging der correcties voor de weging in de lucht, vergeleken met water van 4° C. als gemiddeld uit twee niet zeer overeenkomende proeven: 3.5143. SCHRÖTTER *) heeft eene reeks bepalingen gedaan van verschillende diamanten, waaronder echter meerderen, die zoowel gekleurd als niet volkomen doorzichtig waren, sommigen ook met barsten. Na aanbrenging van de noodige correcties voor de weging in de lucht instede van in het luchtledige, geeft SCHRÖTTER als gemiddelde uit zijne proeven voor de dichtheid van den diamant vergeleken met water van 4° C.: 3,51432.

Door de uitstekende gelegenheid, welke mij door den Heer DANIËLS werd aangeboden, heb ik eene reeks bepalingen gedaan, waarbij ik al de voorzorgen heb genomen die bij zoodanige bepalingen moeten worden in achtgenomen. Het water, waarin de bepalingen gebeurden, was uitgekookt en in het luchtledige bekoeld water; de temperatuur van het water en ook die van de lucht werden waargenomen. De weging van den diamant in de lucht en in het water geschiedde zoodanig, dat bij beide wegingen het aan een menschenhaar hangend platinumschuitje in het water gedompeld was, en na overbrenging van den diamant van de schaal der balans in het water, het daardoor veroorzaakte gewichtsverlies door toevoeging van gewichten werd bepaald, waardoor de bepaling van het absolute gewicht en van het gewichtsverlies in water onder gelijke omstandigheden en dus met dezelfde nauwkeurigheid geschiedde; dewijl bij deze proeven de barometerstand slechts tusschen 759 en 761 m.m. verschilde, achtte ik het onnoodig de correctie voor den barometerstand, die van geen invloed op de uitkomst kon zijn, in rekening te brengen, vooral dewijl bij waterwegingen, door de wrijving van het haar tegen het water, men geen groo-

*) *Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften.* T. LXIII. Wien 1871.

tere nauwkeurigheid dan hoogstens van halve milligrammen kan verkrijgen. De uitkomsten mijner proeven deel ik in de volgende Tabel mede.

In de laatste kolom is de dichtheid D aangegeven, zooals die berekend is door aan de cijfers der voorlaatste kolom de correcties aan te brengen zoowel voor de dichtheid van het water bij de waargenomen temperatuur $t'$ van het water, vergeleken met die van water bij 4° C., als wegens de weging van den diamant in de lucht bij de temperatuur $t$ instede van in het luchtledige, volgens de formule:

$$D = \frac{P}{P'} d_{t'} - \frac{P - P'}{P'} \frac{\alpha b}{760\ (1 \times \beta t)},$$

waarin $\alpha = 0.00129337$ gr. het gewicht der lucht bij 0° C. en 760 m.m. barometerstand, en $\beta = 0{,}00366$ de uitzetiingscoëfficient der lucht; dewijl geen correctie voor den barometerstand is aangebracht, is $\frac{b}{760} = 1$ genomen.

| N°. | SOORT EN KLEUR DER DIAMANTEN. | Temperatuur der lucht $t$ | Gewicht van den diamant in de lucht P | Temperatuur van het water $t'$ | Verlies in gewicht door weging in water P' | Niet gecorrigeerde dichtheid $\frac{P}{P'}$ | Gecorrigeerde dichtheid D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Geslepen bijna kleurlooze brillant, van de Kaap. . . . | 8.0 | 1.2569 | 8.0 | 0.3569 | 3.5217 | 3.51812 |
| 2. | Geslepen lichtgele brillant, van de Kaap. . . . . | 8.8 | 0.7059 | 8.0 | 0.2003 | 3.5242 | 3.52063 |
| 3. | Ruwe, heldere geelgekleurde diamant, van de Kaap. . | 6.8 | 6.4830 | 5.2 | 1.8415 | 3.5205 | 3.51727 |
| 4. | Dito kleinere, geheel zuivere, van de Kaap. . . . . | 9.0 | 1.7095 | 6.8 | 0.4857 | 3.5197 | 3.51631 |
| 5. | Dito van binnen met een zwart vlakje, van de Kaap. | 5.5 | 1.7014 | 4.9 | 0.4830 | 3.5225 | 3.51934 |
| 6. | Dito met een groote vlek en barsten, van de Kaap. . | 9.0 | 1.1270 | 7.5 | 0.3214 | 3.5065 | 3.50307 |
| 7. | Ruwe heldere, uit twee aan elkander gegroeide kristallen bestaande, van de Kaap. . . . . | 8.0 | 5.5774 | 7.0 | 1.5855 | 3.5178 | 3.51436 |
| 8. | Grauwe boordkogel, doorschijnend, maar niet doorzichtig | 9.0 | 1.2808 | 7.5 | 0.3649 | 3.5100 | 3.50383 |
| 9. | Witte boordkogel, van de Kaap . . . . . | 14.0 | 3.9297 | 12.0 | 1.1202 | 3.5080 | 3.50329 |
| 10. | Dito kleinere, van de Kaap . . . . . | 14.0 | 1.2392 | 12.5 | 0.3509 | 3.5030 | 3.49806 |
| 11. | Grauwe, eenigszins violette carbon, uit Brazilië . . . | 13.0 | 17.5520 | 10.0 | 5.4780 | 3.2041 | 3.20053 |
| 12. | Grijs-zwarte carbon, uit Brazilië. . . . . | 13.0 | 10.3870 | 10.8 | 3.1506 | 3.2969 | 3.29287 |
| 13. | Zwarte carbon, uit Brazilië. . . . . | 13.0 | 7.2790 | 11.1 | 2.3070 | 3.1552 | 3.15135 |
| 14. | Kogelvormige carbon, uit Brazilië. . . . . | 13.0 | 2.4165 | 11.5 | 0.7215 | 3.3493 | 3.34497 |
| 15. | „ „ „ „ . . . . . | 13.0 | 1.0965 | 12.0 | 0.3418 | 3.2080 | 3.20378 |
| 16. | Grauwe, halfdoorschijnend, voor carbon gehouden, doch bepaald kristallijn . . . . . | 14.0 | 6.8982 | 11.5 | 1.9647 | 3.5111 | 3.50652 |
| 17. | Witte, halfdoorschijnende, eenigszins kristallijne massa ten onrechte voor carbon gehouden. . . . . | 13.0 | 2.3285 | 11.7 | 0.6640 | 3.5068 | 3.50215 |

Uit de gevonden gecorrigeerde dichtheden blijkt, dat het hoogste soortelijk gewicht toekomt aan de zuiverste diamanten:

| | |
|---|---|
| N°. 1 . . . . . | 3.51821 |
| N°. 2 . . . . . | 3.52063 |
| N°. 3 . . . . . | 3.51727 |
| N°. 4 . . . . . | 3.51631 |
| N°. 5 . . . . . | 3.51934. |

Indien men uit zulke uitkomsten een gemiddelde mocht nemen, hetgeen naar mijn oordeel niet geoorloofd is, zoude daaruit de gecorrigeerde dichtheid van den diamant, vergeleken met water van 4° C., zijn 3.51835; met opzet heb ik daarbij niet gevoegd de Nos. 6 en 7, dewijl in deze diamanten barsten waren, die met lucht gevuld kunnen zijn, waardoor het soortelijk gewicht verlaagd wordt; ik geloof, dat de door SCHRÖTTER als gemiddelde uit zijne proeven bepaalde dichtheid 3.51432 te laag is; onder de door hem onderzochte diamanten waren er die gevlekt en gebarsten waren, terwijl daarentegen ook door hem hoogere dichtheden gevonden zijn voor diamanten die zuiver waren, b. v. van een volkomen kleurloozen: 3.51869, van een licht violet gekleurden: 3.51947; uit al de proeven geloof ik dat de dichtheid van den zuiveren diamant niet veel lager is dan 3.52.

Uit de medegedeelde proeven blijkt verder, dat de dichtheid van den boord- of kogel-diamant niet veel hooger is dan 3.50, terwijl de carbon een veel lager soortelijk gewicht heeft en dus waarschijnlijk poreuse diamant is, zooals men zulks ook met de loep kan waarnemen; uit het hooger soortelijk gewicht blijkt ook, dat de door mij onderzochte N°s. 16 en 17 geen carbons waren, maar overgangen van carbon tot den waren diamant.

Wordt de diamant aan eene hooge hitte blootgesteld, zoodanig dat de zuurstof uit de dampkringslucht afgesloten blijft, zoo kan de diamant aan de hoogste hitte welke wij in onze ovens kunnen verkrijgen, worden blootgesteld zonder eenige verandering te ondergaan, ten minste de kleurlooze; over den gekleurden spreken wij later. Om dit te bewijzen heeft men steeds vrij omslachtige proeven in het werk gesteld, door nl. den diamant in een hessisch kroesje met sterk vastgestampte

magnesia gevuld in te pakken, welk kroesje vervolgens weder werd ingepakt in eene andere kroes, die geheel met vastgestampten grafiet werd gevuld; de aldus tegen de inwerking der lucht gevrijwaarde diamant werd gedurende geruimen tijd blootgesteld aan de grootste hitte, welke in een porseleinoven kon worden verkregen.

MORREN, SCHRÖTTER en anderen hebben herhaaldelijk deze proef genomen en daarbij gevonden dat, niettegenstaande de ontzettende hitte waaraan de diamant was blootgesteld geworden, hij hoegenaamd niet in vorm en eigenschappen was veranderd, alleen vond SCHRÖTTER dat zijne oppervlakte eenigszins mat was geworden.

G. ROSE *) heeft met Dr. SIEMENS te Berlijn daaromtrent proeven genomen; in een stuk kool, zooals die in de gasretorten wordt afgezet, werd eene holte geboord, waarin de diamant juist paste, en deze holte met een deksel van dezelfde kool gesloten; de zoo ingesloten diamant werd in een potlooden kroes met houtskoolpoeder gevuld geplaatst; nadat de diamant gedurende een half uur was blootgesteld aan de hitte van een oven, waarin ruw gietijzer smolt, bleek bij de opening der kroes, dat de diamant niet in het minst was veranderd en ook niet was zwart geworden. Eene tweede proef werd op dezelfde wijze genomen met een als rosette geslepen diamant en deze gedurende 10 minuten blootgesteld aan eene hitte, waarbij staafijzer smelt; de diamant was niets veranderd wat den vorm en de gladheid zijner vlakken betreft, doch was zwart geworden; bij het doorslaan van de rosette bleek, dat dit zwart worden slechts zeer oppervlakkig was en dat de zwarte oppervlakte als potlood op papier afgaf.

Ik heb op eene veel eenvoudiger wijze deze proef in het werk gesteld.

De vooraf gewogen diamant wordt geplaatst in een zeer lang smal platinum kroesje, zooals dat door J. LAURENCE SMITH †)

---

*) *Monatsber. der K. preussischen Akad. der Wissensch. zu Berlin* Juni 1872 pag. 518.

†) *Chemical News* 1871. D. XXIII. p. 222 en 234.

voor de ontleding van silikaten door chloorcalcium is aangegeven. Om te kunnen zien welke veranderingen gedurende de gloeiing de diamant ondergaat, wordt het schuins liggend kroesje gesloten met eene dunne micaplaat, waarin eene opening is geboord, waardoor een zeer dun platinum buisje gestoken wordt; deze platinum buis wordt ingesmolten in eene glazen buis, welke in verbinding wordt gebracht met een waterstoftoestel, zoodanig dat de waterstof eerst door zwavelzuur en chloorcalcium wordt gedroogd. De verhitting van den diamant geschiedt dus in een atmospheer van drooge waterstof. De kroes wordt verhit door eene met lucht aangeblazen gasvlam tot eene helder witte gloeihitte.

Bij deze proeven is het mij gebleken dat, niettegenstaande de diamant gedurende 15 minuten bij eene temperatuur wordt gehouden waarbij hij onzichtbaar wordt (d. w. z. waarbij geen afscheiding tusschen het wit gloeiend platinum en den wit gloeienden diamant te bespeuren is, na bekoeling de diamant niet alleen niets in gewicht verloren heeft, maar ook dat de glans van zijne oppervlakte en zijne doorzichtigheid volkomen dezelfde zijn gebleven. Deze proef herhaalde malen genomen op kleurlooze of lichtgeel gekleurde diamanten bewees telkens dat de diamant, in eene atmospheer die niet scheikundig op hem kan inwerken, gedurende een geruimen tijd aan eene witte gloeihitte kan worden blootgesteld zonder eenige verandering te ondergaan. Bij een prachtig geslepen grooten diamant van 6 à 7 karaat was na deze proef de glans zelfs aanzienlijk toegenomen. Het mat worden in de proef van SCHRÖTTER is, naar mijn oordeel, een bewijs dat, niettegenstaande de genomen voorzorgen, zuurstof uit de dampkringslucht met den diamant in aanraking is gekomen, of wel dat bij die groote hitte de diamant reducerend heeft ingewerkt op de magnesia en dus door zuurstof uit de magnesia is verbrand geworden.

Ik heb dezelfde proef herhaald met een diamant die op het oog vuil groen was, doch waarvan onder de loep bleek, dat niet de geheele massa die kleur bezat, maar dat het eenige bepaalde punten in de massa waren, die als kleine wolkjes die groene kleur vertoonden. Na de verhitting tot de witte gloeihitte in waterstof was de glans der oppervlakte dezelfde ge-

bleven. De doorschijnendheid was eer vermeerderd dan verminderd, doch de groene kleur had voor eene lichtgele plaats gemaakt. Een ander klein diamantje, zoo donkergroen gekleurd, dat het bij zwart af was, en bijna ondoorschijnend, werd na die verhitting met behoud van zijn oppervlakkigen glans paars gekleurd en daarbij veel doorschijnender. Een vierkante licht groene, op dezelfde wijs behandeld, verloor bijna volkomen zijne kleur, doch behield volkomen zijn glans en doorschijnendheid; vooraf en na de gloeiing gewogen bleek tusschen de beide wegingen geen verschil te bestaan. Bruin gekleurde diamanten verliezen bij de witte gloeihitte in waterstof grootendeels de bruine kleur en worden eenigszins grauw; zij krijgen in ieder geval een veel lichteren tint. Door de loep beschouwd zijn zij helder doorschijnend met zwarte vlekjes. De geelgekleurde, zooals bijna alle diamanten zijn die van de Kaap komen, verliezen nauwelijks iets van hun gelen tint.

Gedurende de tentoonstelling van 1867 te Parijs mocht ik bij den Heer COSTER een zeer opmerkelijken diamant zien, die bijna ongekleurd was, doch buiten toetreding van de lucht verhit (in een bad van magnesia), hoog rosékleurig werd en deze kleur meerdere dagen behield zoo hij slechts in het duister bewaard werd, doch aan het licht en vooral in het zonlicht die kleur spoedig verloor, doch bij eene herhaalde verhitting op nieuw aannam. Ik onderzocht ook een rosékleurigen diamant, waarvan de Heer DANIËLS vermoedde, dat hij op dezelfde wijze bij verhitting eene donkerder roode kleur zou aannemen. Na de verhitting echter was hij kleurloos geworden, doch nam langzamerhand zijne rosékleur weêr aan. Ik heb met den Heer DANIËLS meerdere proeven genomen met grauw gekleurde diamanten, in de hoop dat zij door de verhitting hunne grauwe kleur zouden verliezen, waardoor hunne waarde aanzienlijk zoude verhoogd worden. Deze proeven zijn echter met geen gunstig resultaat bekroond geworden; de diamanten behielden na de verhitting hunne oorspronkelijke grauwe kleur.

Wanneer echter de verhitting niet in eene atmospheer van waterstof, maar in dampkringslucht gebeurt, dan behoeft de verhitting niet tot de witte gloeihitte gebracht te worden en ook niet lang aan te houden om reeds een matworden der opper-

vlakte en dientengevolge een ondoorschijnend worden voort te brengen; doch mat worden is niet anders dan eene verbranding op de oppervlakte, hetgeen duidelijk blijkt uit het waargenomen gewichtsverlies, indien men den diamant vóór en na de proef weegt. Dat die verbranding alleen oppervlakkig is, heeft de Heer DANIËLS bewezen, door den matgeworden diamant te doen slijpen; na de slijping had hij niets van zijne doorschijnendheid of water verloren. Ook door bevochtiging van de oppervlakte met terpentijnolie herkrijgt de diamant, zoolang hij bevochtigd is, zijne doorschijnendheid, zooals door G. ROSE is aangetoond.

Voert men nu door het vroeger genoemde platinum buisje, in stede van waterstof, zuurstof, zoodat de steen in eene atmospheer van zuurstof wordt verhit, zoo begint het wit gloeien en met oogverblindend licht verbranden van den diamant langen tijd voordat de platinumkroes wit gloeiend is geworden; en, nadat de lamp is weggenomen, blijft in de meeste gevallen de diamant eenigen tijd voortbranden als een wit gloeiend lichaam op een zwarten grond; is het een klein diamantje, zoo kan de verbranding voortgaan tot hij geheel verteerd is, als wanneer men op het laatste oogenblik een opflikkeren ziet, even als zulks wordt waargenomen bij de gloeiende pit eener kaars even voor het uitdooven. Bij groote diamanten is de warmte door de verbranding voortgebracht, niet groot genoeg om die te doen voortgaan, zoodat de diamant, nadat de lamp is weggenomen, slechts eenige oogenblikken in de zuurstofatmospheer blijft doorbranden.

Ofschoon deze proef door den Heer DANIËLS en mij meermalen is herhaald, hebben wij nooit iets anders waargenomen dan eene rustige verbranding van den diamant, waarbij de oppervlakte wel mat en ondoorschijnend wordt, doch van zwart worden, cokesvorming, veranderden aggregaat-toestand, uit elkander spatten, smelten of week worden, afronding der kanten en hoeken, hebben wij nooit iets waargenomen. Slechts eens bij een grauwen ondoorschijnenden diamant, hebben wij eenige vonkjes zien uitslingeren; ik heb de overtuiging dat deze van vreemde in den diamant ingesloten bestanddeelen afkomstig waren. Evenmin hebben wij het uit elkander sprin-

gen of barsten in de hitte waargenomen, alleen slechts eene keer, die door den Heer DANIËLS was voorspeld. Het was nu een diamant, waaraan men duidelijk kon zien dat hij uit twee aaneengegroeide kristallen bestond. Bij de eerste verhitting sprong de diamant met tamelijk veel geweld in twee stukken, die ieder een bepaald kristal vertoonden.

Verbrandt de diamant in zuurstof of dampkringslucht met vlam? G. ROSE ontkent dit ten stelligste; de wijze echter waarop hij zijn proeven genomen heeft, nl. door den diamant op een potaarden scherf in den moffel van een reverbeeroven te verhitten en hem van tijd tot tijd ter bezichtiging uit te halen of door den diamantsplinter op een platinumblik voor de blaaspijp te verhitten, was niet geschikt om dit punt met zekerheid te beslissen; in de door mij gevolgde wijze kon door de micaplaat alles nauwkeurig worden waargenomen, en het is ons duidelijk gebleken dat de diamant bij zijne verbranding omgeven is door eene kleine vlam, wier buitenomhulsel violetblauw is, zooals die van brandend kooloxyd; die vlam wordt vooral duidelijk bij eenigszins groote diamanten, wanneer men de lamp heeft weggenomen en het platinum ophoudt te gloeien: de wit gloeiende diamant vertoont zich alsdan op een zwarten achtergrond, omgeven met een minder lichtend omhulsel (auréole), waarvan de buitenrand violetblauw is.

G. ROSE deelt zeer opmerkenswaardige microscopische onderzoekingen mede, gedaan op de bij de verbranding mat geworden oppervlakte der diamanten, waarbij regelmatige driehoekige indrukken worden waargenomen, die in verband staan tot den kristalvorm van den diamant, en die hij vergelijkt met de etsfiguren welke steeds ontstaan, wanneer in zuren oplosbare kristallen (b. v. kalkspaat in zoutzuur) gedurende eenige oogenblikken aan de inwerking van het zuur worden blootgesteld.

Nu wordt door sommigen, zooals door JACQUELAIN *), opgegeven, dat de diamant bij zeer hooge hitte, zooals die verkregen wordt in het brandpunt van een grooten brandspiegel of tusschen de koolspitsen eener sterke galvanische batterij, b. v.

---

*) *Ann. de Chimie et de Physique*, Serie III. B. XX. 1847. pag. 459.

van 100 Bunsensche elementen, in een anderen allotropischen toestand zou worden omgezet, in cokes zou veranderen en daarbij aanzienlijk in dichtheid zou verminderen nl. van 3,336 tot 2,6778. Eveneens wordt verhaald, dat bij de verbranding van diamant in het brandpunt van een sterken brandspiegel, men door een met roet zwart gemaakt glas, die verbranding heeft beschouwd en gezien, dat de diamant week werd en als het ware daarin een koken plaats vond, terwijl SCHRÖTTER mededeelt dat in het K. K. Hofmineraliën Kabinet te Weenen een diamant bewaard wordt, die FRANS I, de echtgenoot van MARIA THERESIA, in 1751 in het brandpunt van een grooten brandspiegel gedeeltelijk liet verbranden. Deze diamant, een geslepen zuivere steen, was na de gedeeltelijke verbranding zoowel van buiten als inwendig zwart geworden.

CLARKE *) heeft diamant in de vlam van knalgas verbrand en zegt, dat hij eerst ondoorzichtig werd als ivoor, dat de hoeken van den octaëder waren afgestompt, de oppervlakte zich met blazen bedekte en dat een kogel terugbleef met sterken metaalglans, die eindelijk geheel verdween. SILLIMAN, die een diamant op magnesia verbrandde, zegt, dat hij zwart werd en uit elkander sprong; MURRAY en MACQUER spreken ook van het zwart worden van den diamant bij de verbranding.

G. ROSE heeft met Dr. SIEMENS proeven genomen door de verhitting van den diamant tusschen de twee koolspitsen van een grooten dynamo-electrischen toestel te doen plaats hebben, terwijl deze koolspitsen waren ingesloten in een glazen cylinder, die luchtledig werd gemaakt; bij twee verschillende proeven sprong de diamant, nadat de koolspitsen rood gloeiend waren geworden, met ontploffing uit elkander in vele stukken, die allen zwart waren; het bleek echter bij nadere beschouwing, dat dat zwart worden slechts zeer oppervlakkig was en dat inwendig de stukken niet veranderd waren; men kon met de zwarte stukken op papier schrijven. G. ROSE besluit uit deze proeven en uit de vroeger beschrevene, waar de diamant uitwendig zwart was geworden bij verhitting in eene koolkroes,

*) GMELIN. *Handbuch der Chemie*, 1848. Bd. II. pag. 538.

bij eene temperatuur waarbij staafijzer smelt, dat de diamant bij zulke hooge temperaturen, met behoud van zijn vorm, in grafiet begint omgezet te worden, en dat waarschijnlijk bij genoegzame lange verhitting hij geheel in grafiet zoude veranderen.

Dewijl ik niet in staat ben geweest deze proeven te herhalen, kan ik geen oordeel vellen over de verhouding van den diamant bij zulke ontzettende temperaturen, doch ik moet er op wijzen dat, bij het plaatsen van den diamant tusschen de twee koolspitsen het zwart worden van den diamant een gevolg zou kunnen zijn van het overvoeren van kooldeeltjes uit de koolspitsen, en hunne aanhechting op den diamant, waarbij de diamant zelf geene verandering ondergaat. Bij de proef met den brandspiegel kan de onderlaag, waarop de diamant gesteld was, stoffen hebben bevat, die, bij die hitte met de kool van den diamant, reductie-verschijnselen hebben ondergaan, waaraan het zwart worden zou kunnen worden toegeschreven. Iets dergelijks heeft SCHRÖTTER waargenomen, die een diamant in dun platinumblik ingewikkeld in een kroes met sterk samengeperste magnesia inpakte en aan het hevigste vuur van een porseleinoven blootstelde. Na de bekoeling vond hij den diamant van zijn platinum omhulsel beroofd, hetwelk tot een druppel samengesmolten daarnaast lag, doch aan een der facetten van den diamant kleefde. De diamant zelf was van buiten zwart en van binnen met zwarte striemen dendritisch doortrokken; waarschijnlijk is hierbij eene verbinding van kool en platinum ontstaan.

Ofschoon ik den diamant niet heb blootgesteld aan de enorme hitte welke men verkrijgen kan tusschen de koolspitsen van eene sterke galvanische batterij, of in het brandpunt van een grooten brandspiegel, geloof ik voor mij niet aan de omzetting van den diamant in cokes of grafiet alleen door de inwerking van hitte; herhaalde malen toch heb ik diamanten in de knalgasvlam, dus bij eene temperatuur, waarbij het platinum smelt en vervluchtigd wordt, verhit, waarbij de diamant een oogverblindend licht verspreidt, en zeer spoedig in gewicht afneemt; zijne oppervlakte wordt natuurlijk mat, doch nooit heb ik eenig zwartworden van den diamant hetzij inwendig of oppervlakkig

waargenomen; raakte de vlam de platinum punten waartusschen de diamant werd gehouden, zoo smolten deze niet alleen, maar door een donkergroen glas beschouwd, werd een bepaald koken van het platinum waargenomen. Evenmin heeft JACQUELAIN eenig zwart worden van den diamant waargenomen, door hem bloot te stellen aan de vlam van een mengsel van waterstof en zuurstof of van een mengsel van zuurstof en kooloxyd; hij gelooft echter stellig aan de mogelijkheid dat bij deze proeven de diamant in grafiet is omgezet geworden en zegt: „peut-être les parties superficielles du diamant ont-elles noirci, puis disparu tour à tour, par suite de leur contact à une température élevée avec l'acide carbonique et la vapeur d'eau; par suite enfin du frottement considérable que le diamant supporte de la part du mélange gazeux qui s'échappe d'un réservoir sous une forte pression. Quoi qu'il en soit, il demeure incontestable d'après cette expérience, 1°. que le jet de flamme provenant d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène dans les proportions pour faire de l'eau, a été impuissant à ramollir le diamant; 2°. que la combustion de ce mélange explosif est loin de produire les effets énergiques de la pile de BUNSEN à 100 éléments."

Naar mijn oordeel blijft de vraag of diamant door hitte alleen in grafiet of cokes kan worden omgezet, nog onbeslist; vóórdat men die omzetting aanneemt, moet men de overtuiging hebben, dat niet scheikundig op den diamant werkende stoffen de oorzaak van het zwartworden zijn, en dat niet kooldeeltjes van de koolspitsen op den diamant zijn overgevoerd.

Begeerig te weten of de diamant bij de witte gloeihitte in staat is het water te ontleden, en ten koste van de zuurstof van het water te verbranden, verhitte ik zoowel een helderen ruwen diamant als ook een geslepen in een platinumbuis, die door de met lucht aangeblazen gasvlam tot de witte gloeihitte werd gebracht, terwijl door de buis overhitte waterdamp werd gevoerd; niettegenstaande deze proef gedurende 10 minuten werd voortgezet, bleek het, na bekoeling, dat de diamant niet aan gewicht had verloren en zijne oppervlakte volkomen glanzend was gebleven; daardoor is bewezen dat ten minste bij die temperatuur de diamant in eene overhitte water-atmospheer onveranderd blijft.

Anders verhoudt zich de diamant, wanneer hij bij de witte gloeihitte in eene atmospheer van droog koolzuurgas gedurende geruimen tijd gehouden wordt; een ruwe diamant wegende 0.1515, werd gedurende 10 min. in de met mica gesloten kroes aan de witte gloeihitte blootgesteld, terwijl geruimen tijd te voren en gedurende het gloeien door de platinumbuis droog koolzuurgas werd gevoerd; na de bekoeling was de diamant van buiten dof geworden en had 0.0015 aan gewicht verloren; de proef werd herhaald met een geslepen brillant die 0,6095 woog; na de proef was de diamant geheel van buiten mat geworden, met uitzondering van een paar facetten die glanzend doch eenigszins met iriseerende kleuren bedekt waren; het waren die facetten waarop de koudere koolzuurstroom eene relative verkoeling had voortgebracht; de diamant had ongeveer 2 mgr. aan gewicht verloren. Uit deze proef blijkt, dat bij de witte gloeihitte de diamant in staat is, doch hoogst langzaam, om koolzuur te ontleden en zich met zijne zuurstof te verbinden. JACQUELAIN*) had, ofschoon op eene wijze die zeer veel twijfel overliet, deze ontleding reeds aangetoond; in eene met koolzuur gevulde klok met twee openingen, werd door de eene de diamant op een pijpesteel ingebracht, terwijl door de tweede opening de buis gestoken werd waaruit de knalgasvlam brandde; hierbij verbrandde de diamant zeer spoedig, doch vooral door de zuurstof van het knalgas; bij deze proef werd hoegenaamd geen zwartworden van den diamant waargenomen.

Ik hoop later de inwerking van andere gassen op den diamant bij de witte gloeihitte te onderzoeken.

---

*) *Ann. de Chimie et de Physique*, Serie III. B. XX. pag. 468.

OVER DE

# THEORIE DER RESONATOREN.

DOOR

C. H. C. GRINWIS.

---

De geluidsbeweging in holle lichamen, wier afmetingen klein zijn ten opzichte der golflengte, werd in 1859 onderzocht door HELMHOLTZ in zijne verhandeling *Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden* *). Hij ging van de algemeene bewegingsvergelijkingen voor het geluid in de lucht uit en behandelde zulke lichamen, waarvan de grootte der opening klein is ten opzichte van de oppervlakte der holte. De toonshoogte die hij voor die lichamen vond, stemt vrij goed overeen met de resultaten, die SONDHAUSS en WERTHEIM proefondervindelijk verkregen.

Op het einde van 1870 verscheen eene verhandeling van STRUTT te Cambridge, *On the theory of Resonance* †). Dit onderzoek, dat bijna uitsluitend over resonatoren handelt, is van geheel anderen aard als de zuiver theoretische arbeid van HELMHOLTZ. Het hoofddoel van STRUTT is den invloed der verschillende openingsvormen op de toonshoogte na te gaan, om daarna zijne theoretische uitkomsten met de ervaring, dat is met den toon dien hij door aanblazen verkreeg, te vergelijken.

Vooraf geeft hij zeer kortelijk (op *twee* bladzijden zijner verhandeling) eene eigenaardige methode aan ter bepaling der toonshoogte in het algemeen, welke voor een bijzonder geval

---

*) BORCHARDT, *Journal.* Bd. 57, S. 1—72.

†) *Philos. Transact. of the R. S. of London* 1871. Vol 161. Pag. 77—118.

tot dezelfde uitkomsten als bij HELMHOLTZ leidt. Deze methode berust op de periodieke omzetting van de levende kracht der geluidsbeweging in potentiele energie en schijnt voor de theorie van het geluid in begrensde luchtmassa's, zoowel als voor de leer der resonans in het algemeen van groot gewicht.

Terwijl echter zijne ontwikkeling voor een deel foutief is, anderdeels voor vereenvoudiging vatbaar blijkt te zijn en de uiteenzetting der methode zelve niet alleen aan duidelijkheid veel te wenschen overlaat doch bij groote beknoptheid onjuist is, wordt het noodig die methode geheel nieuw op te bouwen, haar in verband met de theorie van HELMHOLTZ te brengen en de afleidingen strenger vast te stellen.

Wij willen met dat doel de toonshoogte van een resonator bepalen voor het geval dat de opening een cirkelvormig gat is, van betrekkelijk kleine afmeting.

In de tweede plaats willen wij over de grootte der resonans handelen. HELMHOLTZ bepaalde de toonshoogte der resonatoren uit de voorwaarde, dat de resonans een maximum zij. De absolute of relatieve waarde van dit maximum bepaalde hij echter niet. STRUTT spreekt met geen enkel woord over de intensiteit van geluid. Toch blijkt het, dat het beginsel, waarop zijne methode rust, het middel aan de hand geeft om de relatieve intensiteit, d. i. de versterking van den resonator te bepalen. Uitgaande van eene voor de hand liggende definitie voor sterkte van geluid, komt men voor de grootte der resonans tot eene eenvoudige wet. Hieruit laten zich niet onbelangrijke gevolgen afleiden, zoowel voor het timbre van den toon der resonatoren, als voor de afmetingen van het reservoir, die tot het verkrijgen van eene krachtige resonans noodig zijn.

Zij S het volume van een resonator, $r$ de straal van de cirkelvormige opening, waardoor het geluid binnendringt en die klein is ten opzichte der lengteafmetingen van dit vat; zij $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, waar $\lambda$ de golflengte, terwijl $n = \frac{a}{\lambda} = \frac{1}{\tau}$ de toonshoogte bepaalt.

Wanneer eene geluidsgolf, wier lengte groot is ten opzichte

der afmetingen van het reservoir, zich in eene richting loodrecht op het vlak der opening voortplant, zal gedurende $\frac{1}{4}$ periode lucht in den resonator dringen; de lucht in de binnenruimte zal daarbij verdicht worden, zoodat eene omzetting van levende kracht in potentiele energie plaats vindt. Na dien tijd zal die zamengeperste lucht zich uitzetten en eene omzetting in tegengestelden zin intreden. De geluidsbeweging der lucht als eene periodieke omzetting dier beide toestanden opgevat, geeft het middel aan de hand den trillingstijd te bepalen van de geluidsgolf, wier beweging door de lucht binnen het vat onderhouden en daardoor versterkt kan worden.

In de genoemde verhandeling toonde HELMHOLTZ aan, dat wanneer de opening van het reservoir relatief klein is en de gedaante van het vat niet eene zoodanige is, waarbij het door twee oneindig kleine naburige doorsneden in een eindig volume kan gedeeld worden, m. a. w. dat in het gewoonlijk voorkomende geval de geluidsbeweging *van een gelijkmatig aangehouden toon* van betrekkelijk groote golflengte slechts in een zeer klein deel van het reservoir eene eindige waarde kan hebben; voor het grootste gedeelte van het vat is die beweging nul. Wij zijn daardoor gerechtigd aan te nemen, dat alleen in dit zeer kleine deel uitsluitend actuele energie bestaat en dat in het overige deel, dat zeer weinig van den resonator verschilt, de geluidsenergie uitsluitend in potentielen vorm optreedt. Alleen bij de opening heeft beweging plaats; de lucht binnen het reservoir werkt hier, wegens den weerstand voor zamendrukking als een veer. Deze bij het resultaat van HELMHOLTZ geoorloofde hypothese vereenvoudigt de rekening in hooge mate, daar zich dan voor een bepaald tijdstip de actuele en potentiele energie der in het vat aanwezige lucht laat bepalen.

Gaan wij tot die bepaling over en nemen wij, wat bij de geringe verdichting der indringende golf geoorloofd is, aan, dat in den tijd $dt$ een luchtvolume van de constante dichtheid $\varrho_0$ binnen den resonator dringt. Zij dit volume

$$dV = V' dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

zoo kan de periodieke grootheid $V'$ afkomstig van de geluids-

golf van een zamengestelden harmonischen toon volgens de reeks van FOURIER in den vorm

$$V' = C_0 + C_1 \cos(2\pi mt + \tau_1) + C_2 \cos(4\pi mt + \tau_2) + \text{enz.}$$
$$= \Sigma C_a \cos(2\pi amt + \tau_a) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

worden voorgesteld.

Bepalen wij ons vooreerst tot den enkelen toon, den grondtoon, zoodat

$$V' = \frac{dV}{dt} = C_1 \cos(2\pi mt + \tau_1) \quad \ldots\ldots (3)$$

Rekenen wij den tijd van af het oogenblik, waarop het indringen begint, zoo is na den tijd $t$ een volume

$$\int_0^t \frac{dV}{dt}\, dt = V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

binnengedrongen.

Bepalen wij vooreerst de actuele energie op dit oogenblik, m. a. w. de levende kracht der in het reservoir aanwezige lucht op den tijd $t$.

Zij $\psi$ de snelheidspotentiaal der geluidsbeweging, zoo weten wij (zie HELMHOLTZ t. a. p. S. 15) dat voor de punten der ruimte, waar geen veranderlijke krachten op de luchtmassa werken, die geluidstrillingen veroorzaken, dat dus daar, waar geen geluidsbron is,

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d^2\psi}{dy^2} + \frac{d^2\psi}{dz^2} + k^2\psi = 0$$

of
$$\Delta^2\psi + k^2\psi = 0, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

waarin $x$, $y$, $z$ de coördinaten van het punt, waar de potentiaal genomen wordt, terwijl $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, als $\lambda$ de golflengte,

De vergelijking (5) geldt dus voor de geheele ruimte van ons reservoir.

Zoo als bekend is, geeft het theorema van GREEN, als G en H willekeurige coördinatenfunctiën

$$\int G\Delta^2 H\, dv = \int G \frac{dH}{dn}\, ds - \int \frac{dH}{dh} \cdot \frac{dG}{dg} \cos\delta \,.\, dv,$$

waarin $dv$ het element eener begrensde ruimte, $ds$ het element van haar oppervlak, $n$ de uitwendige normaal, $\delta$ de hoeken tusschen twee normalen $h$ en $g$ aan de oppervlakken $H = \text{const.}$ en $G = \text{const.}$ in het element $dv$ opgericht.

Zoo wij $G = H = \psi$ stellen, volgt:

$$\int \psi\Delta^2\psi dv = \int \psi \frac{d\psi}{dn} ds - \int \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv \ldots\ldots (6)$$

waarin N de normaal aan het oppervlak $\psi = \text{const.}$

Nemen wij de vergelijking (6) over de geheele ruimte van het reservoir, zoo zal, daar hier vergel. (5) geldt,

$$-k^2 \int \psi^2\, dv = \int \psi \frac{d\psi}{dn}\, ds - \int \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv \ldots\ldots (7)$$

Beschouwen wij nu de dichtheid der intredende lucht gedurende de beweging constant en wel $= \varrho_0$, de dichtheid der buitenlucht onder den plaatshebbenden druk $p_0$, dan volgt, als V de snelheid der beweging binnen het vat aanduidt, voor de levende kracht T der lucht binnen het reservoir

$$T = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \int V^2\, dv = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \int \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv,$$

dus wegens (7)

$$T = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \int \psi \frac{d\psi}{dn} ds + \tfrac{1}{2}\varrho_0 k^2 \int \psi^2\, dv \ldots\ldots (8)$$

Deze vergelijking moet genomen worden over de kleine ruimte bij de opening, waar de beweging eene eindige waarde heeft (ook daar alleen mag die dichtheid constant beschouwd worden); dus, zoo wij voor het vlak der opening een oppervlak

$$\psi_a = \text{const.}$$

en voor het grensvlak binnen het reservoir het oppervlak

$$\psi_b = \text{const.}$$

nemen, over de ruimte door deze vlakken en het oppervlak van den resonator begrensd. Voor deze laatste is de normale snelheid, dus $\frac{d\psi}{dn} = o$, eveneens voor het oppervlak $\psi_b$ (dit is tevens de constante potentiaalwaarde in het overige deel van het vat, waar geen beweging is).

Daar verder voor de kleine ruimte de tweede integraal met den kleinen factor $k^2$ buiten rekening mag gelaten worden (wij komen hier straks nog op terug) geeft (8) in verband met (1).

$$T = \tfrac{1}{2}\varrho_o \psi_a \int \frac{d\psi}{dn}\, ds = -\tfrac{1}{2}\varrho_o \psi_a V' \ldots\ldots (9)$$

Ten einde $\psi_a$ te bepalen, merken wij op, dat HELMHOLTZ (t. a. p. S. 20) aangetoond heeft, dat de snelheidspotentiaal der geluidsbeweging dezelfde wetten volgt, die voor de potentiaalfunctie van electrische massa's aan zulke vlakken volgen, die met eindige massa's in oneindig dunne laag bedekt zijn.

Denken wij nu aan de opening eene cirkelvormige plaat, wier straal $r$, met eene totale lading $q$ zóó bedekt, dat de potentiaal dier lading over die plaat $= \psi_a = \text{const.}$, zoo volgt uit de wetten voor de verdeeling der statische electriciteit,

$$\psi_a = \frac{q\pi}{2r},$$

of daar wij hier met eene lading over beide zijvlakken, elk met de dichtheid $\varrho'$ te doen hebben, $q = 2\int \varrho'\, ds$, dus

$$\psi_a = \frac{2\pi \int \varrho' \, ds}{2r}.$$

Terwijl nu verder volgt, daar $n$ steeds de naar buiten gerichte normaal is, als v de snelheid aan de opening,

$$\frac{d\psi_a}{dn} = + 2\pi\varrho' = -\mathrm{v}$$

en

$$\psi_a = \frac{-\int \mathrm{v}\, ds}{2r} = \frac{-\mathrm{V}'}{2r} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

hierdoor gaat (9) over in

$$\mathrm{T} = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \frac{\mathrm{V}'^2}{2r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\mathrm{I})$$

waarin V door (3) in functie van $t$ gegeven is. T stelt dan de levende kracht of actuele energie binnen den resonator op den tijd $t$ voor.

Merken wij nog op, dat de tweede term van (8), wegens (10), bij benadering overgaat in

$$\tfrac{1}{2}\varrho_0 k^2 \psi_a^2 v = \tfrac{1}{2}\varrho_0 k^2 \frac{\mathrm{V}'^2}{4r^2} v;$$

stellen wij de kleine ruimte $v$ gelijk den inhoud van den cylinder, die de opening tot doorsnede, eene kleine grootheid $l$ tot lengte heeft, zoo gaat bovenstaande term over in

$$\tfrac{1}{2}\varrho_0 \pi^3 \frac{\mathrm{V}'^2}{\lambda^2} l;$$

daar nu V' evenredig aan $r^2$, wordt deze uitdrukking in ons geval zoo klein, dat zij veilig buiten rekening kan gelaten worden. — Wanneer omtrent de betrekkelijke afmetingen van $\lambda$, S en $r$ andere onderstellingen worden gemaakt, kan bovenstaande term eenige beteekenis krijgen, doch dan verandert ook de straks aangegeven verdeeling van potentiele en actuele energie en krijgt dus ook $l$ eene geheel andere beteekenis.

Beschouwen wij thans de binnen het reservoir op denzelfden tijd $t$ aanwezige potentiele energie E.

Op dien tijd is het volume V met de dichtheid $\varrho_o$ binnen het deel van den resonator gedrongen waar verdichting plaats vindt. — Dit deel verschilt echter wegens het boven aangevoerde zoo weinig van het geheele volume S van het reservoir, dat wij dit laatste bij de bepaling dier verdichting in rekening mogen brengen. Wij krijgen dan voor de verdichting $\gamma$, als $\varrho$ de dichtheid binnen het reservoir,

$$\gamma = \frac{\varrho - \varrho_o}{\varrho_o} = \frac{(V+S)-S}{S} = \frac{V}{S}.$$

De mechanische waarde dezer adiabatische zamendrukking, of de arbeid voor die zamendrukking gevorderd, wordt eenvoudig bepaald. Wij hebben toch, daar het volume van $V+S=v_o$ tot $S=v$, wordt gebracht, als $p$ de veranderlijke, $p_o$ de aanvankelijke druk, $k' = \frac{C}{c}$ de verhouding der beide soortelijke warmten en $k'-1=\lambda'$,

$$E = \int_{V+S}^{S} -\varrho\, dv = v_o^{k'} \varrho_o \int_{S}^{V+S} \frac{dv}{v^{k'}} = \frac{v_o^{k'} \varrho_o}{k'-1} \left(v_1^{1-k'} - v_o^{1-k'}\right)$$

$$= \frac{v_o p_o}{\lambda_1} \left(\left(\frac{v_o}{v_1}\right)^{\lambda_1} - 1\right) = \frac{p_o(V+S)}{\lambda_1} \left\{(1+\gamma)^{\lambda_1} - 1\right\}$$

$$= \frac{p_o(V+S)}{\lambda_1} \left\{\lambda_1 \gamma + \frac{\lambda_1(\lambda_1-1)}{1.\ 2.} \gamma^2 + \text{enz}\right\}$$

$$= p_o(V+S) \left\{\frac{V}{S} + \frac{\lambda_1 - 1}{2} \left(\frac{V}{S}\right)^2 + \text{enz}\right\}$$

$$= p_o \frac{V^2}{S} + p_o V + \frac{\lambda_1 - 1}{2} p_o \frac{V^2}{S}$$

$$= p_o V + \frac{\lambda_1 + 1}{2} p_o \frac{V^2}{S}$$

$$= p_o V + \frac{k' p_o}{2} \frac{V^2}{S}$$

en daar, als $a$ de snelheid van het geluid $a=\sqrt{\frac{p_o k'}{\varrho_o}}$, wordt

$$E = \frac{a^2 \varrho_o}{2} \frac{V^2}{S} + \frac{a^2 \varrho_o}{k'} V \quad \ldots\ldots\ldots \text{(II)}$$

E stelt de potentiele energie of de mechanische waarde der zamendrukking binnen den resonator op den tijd $t$ voor.

De *totale* energie in het reservoir op den tijd $t$, wanneer een volume V is binnengedrongen, wordt

$$U = E + T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(III)}$$

Zij is eene functie van V en dus van $t$, en volgens de onderstelling afkomstig van eene geluidsbeweging.

In den tijd $dt$ treedt het volume $dV = V'dt$ binnen; noemen wij de hierin bevatte energie $dW$, zoo moet

$$dU = dW \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(IV)}$$

De energie $dW$ van het volume $V'dt$, moet dus eene zoodanige functie van $t$ zijn dat zij ten allen tijde aan de overeenkomstige vermeerdering van U gelijk is. — Wanneer eene van de geluidsbron uitgaande en tot de opening komende golf in alle hare achtervolgende deelen aan dien eisch voldoet, zal zij geregeld, zonder stoornis binnentreden. Dan volgt binnen het reservoir eene periodische beweging, die aan (5) voldoet en van denzelfden duur als die der geluidsbron is; de beweging binnen het vat wordt dan volkomen onderhouden, het vat resoneert.

Alleen dan gelden voor T en E de waarden (I) en (II) en wij kunnen uit de vergelijking (IV) den resonanttoon afleiden; zij geeft namelijk de waarde van $n$, waarvoor een gegeven vat resoneert.

Bepalen wij daartoe $dW$.

Noemen wij de snelheid waarmede het indringen plaats heeft $u$ en $\sigma$ de grootte der opening, zoo is

$$V' = u\sigma \qquad u = \frac{V'}{\sigma}$$

en

$$dW = \tfrac{1}{2} \varrho_o \left(\frac{V'}{\sigma}\right)^2 u\sigma\, dt = \tfrac{1}{2} \varrho_o \frac{V'^3}{\sigma^2} dt$$

(IV) geeft dus $dE + dT = dW$

of $$\frac{a^2\varrho_0}{S} VV' + \frac{a^2\varrho_0}{k'} V' + \frac{\varrho_0}{2r} V'V'' = \frac{\varrho_0}{2} \frac{V'^2}{\sigma^2}$$

dat is $$\frac{2ra^2}{S} V + \frac{2ra^2}{k'}' + V'' = \frac{V'^2}{r\pi^2}$$

en als wij den kleinen term in het tweede lid hier als constant beschouwen,

$$\frac{d^2V}{dt^2} + \frac{2ra^2}{S} V = h$$

waarin $$h = \frac{V'^2}{r\pi^2} - \frac{2ra^2}{k'} = \text{const.}$$

dus $$V = \frac{Sh}{2ra^2} + C' \cos\left(a\sqrt{\frac{(2r)}{S}}\, t + C''\right) \quad \ldots (11)$$

en dit is eene beweging, wier periode $\tau$ bepaald wordt door de vergelijking

$$a\sqrt{\frac{2r}{S}} \cdot \tau = 2\pi \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

Dit geeft voor de toonshoogte $n$ van de geluidsbron, waarvoor het vat resoneert,

$$n = \frac{a}{2\pi}\sqrt{\frac{2r}{S}} \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

of $$\lambda = \frac{a}{n} = 2\pi\sqrt{\frac{S}{2r}} \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

Verder blijkt dat de harmonische boventoonen van den grondtoon $n$, daar hunne periode $\tau'$ uit (12) bepaald wordt door voor het tweede lid $\frac{2\pi}{m}$ te schrijven, waarin $m$ een geheel getal, eveneens resonans geven. Intusschen geldt dit slechts voor zoover de golflengte

$$\lambda' = \frac{1}{m}\lambda$$

voor deze toonen, groot blijft ten opzichte der afmetingen van den resonator; (14) geeft terstond voor elk geval in hoeverre hieraan voldaan wordt. Is $\lambda'$ klein, zoo moeten E en T langs een nog onbekenden weg opgespoord worden. Hieruit laten zich de onharmonische boventoonen der resonatoren verklaren. Zoo volgt dat als $r$ absoluut klein is, dat is als de opening klein is, de eerste harmonische boventoonen resoneren, of anders uitgedrukt, dat de eigentoon van den resonator harmonische boventoonen heeft, wat met de verschijnselen bij naauwe orgelpijpen overeenstemt. Bij eene wijde opening zal de resonator voor hooge toonen eene andere wet volgen; van een harmonischen toon resoneert dan alleen de grondtoon en zijn de boventoonen van den resonator daarmede niet harmonisch. Hetzelfde doet zich bij wijde orgelpijpen voor, die alleen den grondtoon krachtig doen hooren.

De wet van SAVART dat de trillingstijd van gelijkvormige luchtmassa's evenredig met de lineaire afmetingen is, dus de hoogte der eigentoonen daarmede omgekeerd evenredig is, wordt door (13) bevestigd.

De toonshoogte hangt, blijkens (13). alleen van de grootte van den resonator, van de wijdte der opening en van den aard van het gas af. De golflengte is voor eenzelfden resonator in verschillende gassen dezelfde.

Is de resonator een bol met den straal R, zoo geven (13) en (14) als de verhouding der middellijnen van resonator en opening $\frac{R}{r} = \Delta$,

$$n = \frac{a}{2\pi R}\sqrt{\frac{3}{2\pi}\frac{r}{R}} = \frac{1}{9}\frac{a}{R}\sqrt{\frac{r}{R}} = \frac{a}{9R\sqrt{\Delta}} \quad . \quad (15)$$

$$\lambda = 2R\pi\sqrt{\frac{2}{3}\frac{R}{r}}\,\pi = 9R\sqrt{\frac{R}{r}} = 9R\sqrt{\Delta} \quad . \quad (16)$$

Volgens onze hypothese zijn deze formulen evenals (13) en (14) alleen juist als $\Delta$ eene groote waarde heeft; (15) en (16) zijn bij uitstek geschikt om van gegeven resonatoren, die aan dien eisch voldoen, den grondtoon door eenvoudige meting bij benadering te bepalen. Bij de gewoonlijk voorkomende reso-

natoren is de afwijking der waarden (15) en (16) van de werkelijkheid dikwijls aanzienlijk, doordien de opening betrekkelijk groot is, wat om een sterke resonans te krijgen, zooals straks blijken zal, wenschelijk is. Ook wordt de afwijking door een cylindervormig aanzetstuk en door het trechtervormig deel dat in het oor geplaatst wordt vergroot; die formulen kunnen daardoor in sommige gevallen onbruikbaar worden.

Bij resonatoren van willekeurigen vorm volgt uit (14) de belangrijke, eenvoudige betrekking

$$k^2 S = 2r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

Merken wij ten slotte op dat de ruimte van den gehoorgang met die van het reservoir eigenlijk S bepaalt, zoodat de waarde van $n$ volgens (13), als men voor S het volume van den resonator neemt, te groot wordt. De werkelijke resonator-toon is dus lager dan die formule aangeeft. Intusschen wordt dit gedeeltelijk gecompenseerd doordien wij voor het volume, waar verdichting plaats vindt, dat van het geheele vat, dus een te groot volume namen.

---

Beschouwen wij thans de grootte der resonans, d. i. de versterking, die de resonator aan den toon geeft.

Het beginsel der behandelde methode en de resultaten, die bij de uiteenzetting verkregen werden, stellen ons in staat een oordeel te vellen over de sterkte van het geluid dat men met den resonator waarneemt.

Het ligt voor de hand, de intensiteit van het geluid dat in een bepaald deel der ruimte door eene verwijderde geluidsbron ontwikkeld wordt, te beoordeelen naar de energie der geluidsbeweging in dat deel.

Het is ons daarbij niet direct om de intensiteit van de geluidsbron zelve te doen. Wij beschouwen de bij het oor, niet de bij de geluidsbron ontwikkelde energie.

Wij noemen dan de geluidsterkten in twee gelijke, met lucht gevulde volumina gelijk, als de energie der geluidsbeweging in gelijke tijden dezelfde is. Als maat voor die intensiteit

kunnen wij aannemen de gemiddelde energie in de eenheid van tijd en voor de eenheid van ruimte.

Gaan wij hiervan uit, zoo wordt het gemakkelijk de intensiteit van het geluid, dat men met behulp van den resonator waarneemt, te vergelijken met die, welke men met het bloote oor zou verkregen hebben.

Bedenken wij toch dat de energie binnen den resonator bijna uitsluitend potentiele energie, energie van verdichting is, en die verdichting van nul af hare grootste waarde bereikt in $\frac{1}{4}$ trillingstijd, terwijl anders de in den resonator gedrongen geluidsbeweging zich verbreid had over het volume van een halven bol, waarvan de straal $= \frac{1}{4}\lambda$. Nu zal, als wij de gemiddelde energie die *gedurende dien tijd* in de eenheid van ruimte ontwikkeld wordt I' noemen, (het gemiddelde hier dus alleen ten opzichte der ruimte genomen), en wanneer dezelfde beweging zich vrij had verbreid de overeenkomstige waarde door I voorstellen, gemakkelijk een verband tusschen I en I' zijn aan te geven.

Het ongewapende oor ontvangt de onbegrensde geluidsgolf en bij het oor wordt eene gemiddelde energie I verzameld. Binnen den resonator treedt slechts een deel der geluidsgolf en was eene energie die evenredig is aan de grootte der opening, dus aan $r^2$ (dit wordt bevestigd door de formule (II) waar E verreweg het grootste deel dier energie voorstelt). Bevond zich in plaats van den resonator een scherm op de plaats der opening met een gat van gelijke grootte $r^2\pi$, zoo zou de energie bij het oor ontwikkeld, worden voorgesteld door

$$i = \beta_1 r^2 \mathrm{I} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

waarin $\beta'$ eene kleine coefficiënt, onafhankelijk van I en $r$; eene daaraan evenredige energie

$$i' = \beta' r^2 \mathrm{I} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

is dus in dien tijd door het scherm gegaan. Die energie $i'$ zou zich dan in den tijd $\frac{1}{4}\tau$ over het volume van een halven bol verbreid hebben, waarvan $\frac{\lambda}{4}$ de straal is, dus over een

volume $\beta''\lambda^3$. Nu is die energie binnen den resonator gedrongen, waarvan het volume S.

Bij het oor wordt dus niet $i$, maar

$$I' = \frac{\beta''\lambda^3}{S} i$$

ontwikkeld, dat is ingevolge (18),

$$I' = \delta \frac{\lambda^3 r^2}{S} I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

Noemen wij nu de verhouding $\frac{I'}{I}$ *de versterking* van den resonator, zoo volgt daarvoor

$$F = \frac{I'}{I} = \delta \frac{\lambda^3 r^2}{S} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

Dit geldt voor een willekeurigen resonator, ook wanneer $r$ niet klein is, doch steeds moet $\lambda$ betrekkelijk groot zijn.

S is echter van $\lambda$ en $r$ afhankelijk. Voor het geval dat wij steeds beschouwden, als $r$ relatief klein is, geeft de betrekking (17) $k^2 S = 2r$

$$\frac{\lambda^3 r^2}{S} = 2\pi^2 r\lambda$$

dus

$$F = \frac{I'}{I} = \alpha r \lambda \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (V)$$

De versterking van een resonator is dus evenredig aan $\lambda$ en $r$, dat is aan de golflengte en aan den diameter $2r$ der opening.

Twee belangrijke gevolgen laten zich uit de vergelijking (V) afleiden.

1e Daar de versterking evenredig aan de golflengte is wordt de grondtoon het meest versterkt en neemt die versterking af, naarmate de orde der boventoonen hooger is.

Is dus van eene harmonische geluidsbeweging de intensiteit, bij vrije verbreiding, op de plaats van waarneming (in bovengestelden zin opgevat) I, die van hare partiaaltoonen (de grond-

toon is de 1e partiaaltoon) $I_1$ $I_2$ $I_3$ . . . $I_4$ . . enz., en dus

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \ldots In + \text{enz.}$$

zoo zal de intensiteit binnen den resonator, als $\lambda$ de golflengte van den grondtoon, worden uitgedrukt door

$$I' = F\,l = \alpha r \lambda \left( I_1 + \tfrac{1}{2} I_2 + \tfrac{1}{3} I_3 + \ldots \frac{1}{r} In + \text{enz.} \right) \ldots . \quad (22)$$

Het timbre is alzoo geheel veranderd; de boventoonen zijn het minst versterkt, dus relatief verzwakt; zij treden meer op den achtergrond en de toon is meer tot een eenvoudigen genaderd. Al heeft dus resonans der harmonische boventoonen plaats, hunne relatieve sterkte is eene kleinere. Ook zagen wij vroeger dat de beweging der hoogere boventoonen minder geregeld onderhouden wordt dan die der lagere, daar zij uithoofde der kleine waarde van $\lambda$ niet aan de hoofdvergelijking (IV) voldoen. Een onderzoek naar het verband tusschen deze beide resultaten vordert de studie der golfbewegingen in den resonator voor betrekkelijk kleine waarden van $\lambda$. Voldoende is echter het bekende feit toegelicht dat een resonator arm aan harmonische boventoonen is.

| | | |
|---|---|---|
| 2e | Uit (V) | $F = \alpha \lambda r$ |
| | en (17) | $k^2 S = 2r$ |
| | of | $2\pi^2 S = r\lambda^2$ |
| volgt nog | | $F = \beta \sqrt{S r}$ . . . . . (VI) |

zoodat de versterking met de grootte van het vat en van de opening toeneemt.

Eindelijk volgt voor bolvormige resonatoren, als R de straal van den bol is, en $\Delta = \frac{R}{r}$ de verhouding der middellijnen van vat en opening.

$$\left.\begin{aligned} F &= \varepsilon \sqrt{R^3 r} \\ &= \varepsilon \frac{R^2}{\sqrt{\Delta}} \end{aligned}\right\} \ldots . \quad (23)$$

of ook in gevolge (16)

$$F = \mu \frac{R^6}{\lambda} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

Voor twee bolvormige resonatoren met betrekkelijk kleine opening, die voor een zelfden toon resoneren, is dus de versterking evenredig aan den inhoud der bollen. Het is derhalve verkieslijk groote bollen te nemen, zooals trouwens wegens de dan ook groote opening te voorzien was.

*Utrecht*, Maart 1873.

# RÉVISION

DES ESPÈCES INSULINDIENNES DES GENRES

# DIAPTERUS ET PENTAPRION.

PAR

P. BLEEKER.

Les deux genres Diapterus et Pentaprion sont les seuls qui composent le groupe ou la sousfamille des Gerreini, groupe que je place maintenant dans la grande division des Perches, où elle il se distingue par les caractères suivants.

GERREINI.

Percoidei corpore oblongo-ovali valde compresso, squamis magnis non ciliatis vulgo deciduis vestito; maxillis deorsum maxime protractilibus; dentibus maxillis pluriseriatis parvis setaceis, vomerinis vel palatinis nullis; rictu parvo; operculo anacantho; mento poris majoribus vel fossula centrali nullis; fascia squamarum temporali distincta nulla; inguinibus squamis elongatis; pinnis spinis valde compressis, dorsali unica indivisa basi vagina tenui e squamis erectis magnis regulariter seriatis composita inclusa, pectoralibus falcatis radiis divisis, ventralibus thoracicis vel subthoracicis, anali spinis 3 ad 5, caudali profunde incisa biloba radiis divisis 15. B. 6.

M. Gill, adoptant les Gerreini comme famille distincte, les

divise en deux sousfamilles et quatre genres. Ces sousfamilles correspondent aux genres Gerres Cuv. et Pentaprion Blkr, et le genre Gerres Cuv. comprend, selon M. Gill, trois types génériques, qu'il indique sous les noms de Gerres, Diapterus et Synistius. Fondés qu'ils sont sur la présence ou l'absence de dentelures au préopercule et sur le plus ou moins de développement des épines de la dorsale et de l'anale, ces genres me paraissent peu valides. Le genre Synistius, établi sur le Gerres longirostris Rapp, ne se distingue des autres espèces à préopercule lisse que par un peu plus de hauteur des épines dorsales postérieures, et quant aux dentelures du préopercule, elles sont parfois si peu sensibles qu'on pourrait douter de leur existence.

DIAPTERUS Ranz. = Gerres Cuv. (nec Latr.) = Catochaenum Cant. = Eucinostomus Baird Gir. = Synistius Gill.

Ossa pharyngealia inferiora in laminam triangularem coalita vel sutura mobili unita, medio dentibus obtusis vel molaribus armata. Pinnae, dorsalis spinis 9 vel 10 et radiis 10 vel 11, analis spinis 3 et radiis 7 vel 8.

Rem. Le nombre des espèces insulindiennes connues monte à douze, mais je n'en ai observé moi-même que huit, qui toutes font partie de mon cabinet. Dans aucune de ces espèces je ne vois des pseudobranchies, et, à l'exception des Diapterus abbreviatus et kapas toutes ont les os pharyngiens inférieurs réunis seulement par une suture mobile et armés au milieu de dents arrondies assez petites sans grandes molaires aplaties. Quant aux caractères extérieurs des espèces de Diapterus, ils sont ordinairement peu saillants, mais on arrive à les bien fixer en les prenant dans la hauteur relative du corps, dans la nature du bord libre des sousorbitaires et du préopercule, dans la nature, la force et la longueur relative des épines de la dorsale et de l'anale, dans la formule de la dorsale et dans celle des écailles, ainsi que dans quelques détails par rapport aux nageoires paires et aux couleurs. L'exposé suivant résume les caractères des espèces insulindiennes connues en tant qu'il a été possible de les constater.

I. Epines dorsales au nombre de neuf, les antérieures (la 2e et 3e) beaucoup plus longues que les postérieures. Os sousorbitaire à bord lisse non dentelé. Préopercule à bord lisse quelquefois un peu rude vers l'angle. Sillon interoculaire entièrement dénué d'écailles. Point de pseudobranchies pectinées.

A. Seconde épine dorsale fort prolongée en soie flexible plus longue que la hauteur du corps et beaucoup plus longue que la dorsale épineuse. 43 à 45 écailles dans la ligne latérale, 5 au-dessus de la ligne latérale sans la gaîne squammeuse de la dorsale. Pectorales atteignant l'anale. Os pharyngiens inférieurs séparés par une suture mobile.

a. Hauteur du corps 2 à $2\frac{1}{4}$ fois dans sa longueur sans la caudale. Profil gulaire fort coucave. Corps à taches oblongues grisâtres disposées sur 8 à 12 rangées transversales plus ou moins irrégulières.

1. *Diapterus filamentosus* Blkr.

b. Hauteur du corps $2\frac{1}{4}$ à $2\frac{2}{3}$ fois dans sa longueur sans la caudale. Profil gulaire peu concave presque droit. Corps sans taches mais quelquefois à cinq bandes transversales d'un brun grisâtre.

2. *Diapterus macracanthus* Blkr.

B. Seconde épine dorsale prolongée en petit filet, (avec le filet) plus courte que la hauteur du corps. Hauteur du corps $3\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale. Base des rayons de la dorsale à petite tache brune. Corps, dans le jeune âge, à bandes transversales diffreses.

3. *Diapterus punctatus* Blkr.

C. Seconde épine dorsale non prolongée en soie, beaucoup plus courte que la hauteur du corps. Corps sans bandes ni taches.

a. 48 écailles dans la ligne latérale, 6 au-dessus de la ligne latérale. Hauteur du corps $2\frac{1}{3}$ fois dans sa longueur sans la caudale. Seconde épine dorsale $1\frac{1}{3}$ fois dans la hauteur du corps. Pectorales atteignant l'anale.

4. *Diapterus philippinus* Blkr = Gerres philippinus Günth.

b. 43 à 45 écailles dans la ligne latérale. Os pharyngiens inférieurs separés par une suture mobile.

aa. Hauteur du corps presque 2¾ fois dans sa longueur sans la caudale. 5 écailles au-dessus de la ligne latérale. Seconde épine dorsale presque de la longueur de la dorsale épineuse, un peu plus de 1½ fois dans hauteur du corps et beaucoup moins de deux fois plus longue que la seconde épine anale. Pectorales atteignant l'anale molle.

5. *Diapterus acinaces* Blkr.

bb. Hauteur du corps 3 fois dans sa longueur sans la caudale.

† 5 écailles au-dessus de la ligne latérale. Seconde épine dorsale notablement plus courte que la dorsale épineuse, moins du double plus courte que la hauteur du corps et beaucoup moins du double plus longue que la seconde épine anale. Pectorales n'atteignant point l'anale. P. 1/16. A. 3/7 ou 3/8. Dorsale sans taches mais à bordure brune.

6. *Diapterus macrosoma* Blkr.

† Seconde épine dorsale 2 fois dans la hauteur du corps et plus du double plus longue que la seconde épine anale.

7. *Diapterus argyreus* Blkr.

c. 40 écailles dans la ligne latérale, 4 au-dessus de la ligne latérale. Hauteur du corps 2⅓ à 2½ fois dans sa longueur sans la caudale. Seconde épine dorsale 1⅓ à 2 fois dans la hauteur du corps et presque deux fois plus longue que la seconde épine anale. Pectorales atteignant ou atteignant presque la première épine anale. Os pharyngiens inférieurs intimement soudés ensemble et à deuts médianes plus ou moins aplaties mais peu larges et irrégulièrement disposées.

8. *Diapterus kapas* Blkr.

d. 33 à 37 écailles dans la ligne latérale, 4 (ou 3½) au-dessus de la ligne latérale.

aa. Hauteur du corps environ 2 fois dans sa longueur sans la caudale. Seconde épine dorsale 1¾ à 2 fois dans la hauteur du corps et moins du double plus longue que la seconde épine anale. Pectorales atteignant l'anale molle. Os pharyngiens inférieurs intimement soudés ensemble et à dents médianes régulièrement disposées et très-larges et aplaties

9. *Diapterus abbreviatus* Blkr.

bb. Hauteur du corps 2¾ à 2½ fois dans sa longueur sans la caudale.

† Seconde épine dorsale moins de 2 jusqu'à 2 fois dans la hauteur du corps. Seconde épine anale moins du double plus courte que la seconde épine dorsale.

10. *Diapterus limbatus* Blkr.

† Eplnes dorsales assez fortes. Seconde épine anale plus forte et aussi longue ou presque aussi longue que la seconde épine dorsale. Pectorales n'atteignant point l'anale. Os phargyngiens inférieurs séparés par une suture mobile.

11. *Diapterus poetie* Blkr.

cc. Hauteur du corps 2¾ à 3 fois dans la hauteur du corps sans la caudale.

† Epines grêles; la seconde épine dorsale 1¾ à 2 fois dans la hauteur du corps et plus du double plus longue que la seconde épine anale. Pectorales atteignant la première épine anale. Os pharyngiens inférieurs séparés par une suture mobile.

12. *Diapterus oyena* Blkr.

---

*Diapterus filamentosus* Blkr, Onzième notic. ichth. Ternate, Ned. T. Dierk. I p. 231.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine 2 ad 2¼ in

ejus longitudine absque-, $2\frac{3}{4}$ ad $3\frac{1}{4}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite acuto 3 ad $3\frac{1}{4}$ in longitudine corporis absque-, 4 ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 fere ad 1-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{1}{2}$ ad 3 in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 1 distantibus; fronte linea mediana plane alepidota, fossa processus intermaxillaris usque supra oculi marginem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos concava vel rectiuscula; linea maxillo-gulari valde concava: rostro acuto oculo breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi vel angulum versus tantum scabriusculo; ossibus pharyngealibus superioribus dentibus parvis ex parte conicis acutis ex parte conico-graniformibus, molaribus majoribus nullis; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore concavo, sutura mediana mobili bivalvi, dentibus parvis, peripheriçis conicis ex parte acutis, mediis conico-graniformibus, molaribus majoribus nullis; squamis genis 3-seriatis, 45 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 18 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 5 lineam lateralem inter et spinas dorsi medias (absque vagina dorsalis squamosa); cauda parte libera non longiore quam postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa elevata; dorsali spinosa spinis compressis 2ª, 3ª et 4ª ceteris longioribus, 2ª in setam producta corpore non ad paulo humiliore; pectoralibus analem attingentibus, capite paulo ad sat multo longioribus; ventralibus pectoralibus capite absque rostro non longioribus margine inferiore rectiusculis; caudali lobis acutis capite paulo ad non brevioribus; anali spinis 2ª et 3ª subaequalibus oculo paulo ad non longioribus; colore corpore superne coerulescente-vel viridescente-griseo, inferne argenteo; iride flavescente; lateribus vulgo guttulis vel maculis oblongis irregularibus fuscescente-griseis in series 8 ad 12 transversas dispositis; pinnis flavescentibus vel flavescente-hyalinis, dorsali et anali vulgo fusco arenatis.

B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/15 vel 1/16. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Woodawahah* Russ., Fish. Corom. I p. 52 fig. 67.
*Gerres filamentosus* CV., Poiss. VI p. 363; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXXIII Maen. p. 10; Günth., Catal. Fish. I p. 345, IV p. 261; Kner, Zoöl. Reis. Novar. Fisch., p. 56; Day, Fish. Malab. p. 159.
*Gerres punctatus* Blkr, Topogr. Batav., Nat. Gen. Arch. N. Ind. II p. 521 (nec CV.).
*Catochaenum filamentosum* Cant., Cat. Mal. Fish. p. 56.
*Kapas-kapas* Mal.

Hab. Sumatra (Benculen, Trussan, Padang, Priaman); Pinang; Singapura; Bangka (Muntok); Java (Batavia, Anjer, Djungkulon, Cheribon, Samarang, Surabaya, Pasuruan, Prigi); Madura (Bangkallang, Kammal, Tandjong, Sumanap); Bawean; Bali (Boleling, Djembrana); Celebes (Macassar, Bulucomba, Badjoa); Sangi; Halmahera (Sindangole); Ternata; Batjan (Labuha); Obi-major; Sumbawa (Bima); Amboina; Timor (Atapupu); Waigiu; Ins. Philipp. (Catbalogan, Samar); Nova-Guinea; in mari.

Longitudo 24 speciminum 80''' ad 225'''.

Rem. Le Diapterus filamentosus est une des espèces du genre les plus nettement caractérisées par le prolongement extraordinaire de la seconde épine dorsale. Il est le plus voisin, par ce rapport, du Diapterus macracanthus, mais s'en distingue par son corps plus trapu, par son profil maxillo-gulaire fort concave et par les nombreuses taches rondes et oblongues du corps, qui sont encore assez nettement dessinées dans les individus adultes. C'est l'espèce de l'Insulinde qui, après les Diapterus abbreviatus et acinaces, atteint les plus grandes dimensions. Elle est en même temps une des plus communes et s'étend, hors l'Inde archipélagique, jusqu'aux côtes de Malabar et de la Nouvelle Hollande septentrionale.

*Diapterus macracanthus* Blkr.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{4}$ ad $2\frac{3}{5}$ in ejus longitudine absque-, 3 ad $3\frac{3}{5}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite

acuto 3 ad $3\frac{1}{5}$ in longitudine corporis absque-, 4 ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ., latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{1}{2}$ ad 3 in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{5}$ ad 1 distantibus; fronte linea mediana plane alepidota, fossa processus intermaxillaris usque supra oculi partem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos concaviuscula vel rectiuscula; linea maxillo-gulari vix vel non concava; rostro acuto oculo breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi vel angulum versus tantum scabriusculo; dentibus pharyngealibus superioribus parvis ex parte conicis acutis, ex parte graniformibus, molaribus majoribus nullis; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore concavo, sutura mediana mobili bivalvi, dentibus parvis antice et utroque latere serie externa conicis acutiusculis, ceteris omnibus graniformibus, molaribus majoribus nullis; squamis genis in series 3 obliquas transversas dispositis, corpore deciduis 42 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 16 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 5 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias (absque vagina dorsali squamosa); cauda parte libera non vel vix longiore quam postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa mediocri; dorsali spinis compressis $2^a$, $3^a$ et $4^a$ ceteris longioribus, $2^a$ corpore multo ad sat multo altiore in setam producta, $9^a$ radio $1^o$ breviore; pectoralibus analem attingentibus, capite longioribus, analem attingentibus; ventralibus acutis margine inferiore rectiusculis, capite absque rostro non longioribus; anali spinis $2^a$ et $3^a$ subaequalibus oculo paulo ad non longioribus; caudali lobis acutis capite non ad vix longioribus; colore corpore superne dilute griseo-viridescente vel coerulescente, inferne argenteo; iride flavescente; corpore interdum fasciis 5 transversis griseo-fuscis diffusis quasi subcutaneis; pinnis flavescentibus vel flavescente-hyalinis, dorsali spinosa superne, caudali postice fusco marginatis.

B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/15. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Gerres macracanthus* Blkr, Spec. pisc. batav. nov., Nat. T. Ned. Ind. VI p. 195; Günth., Cat. Fish. IV p. 261.

*Gerres punctatus* Kner, Zool. Novara Fisch. p. 57 (nec CV.)
*Kapas-kapas* Mal. Batav.
Hab. Nias; Bangka (Muntok); Java (Batavia); in mari.
Longitudo 12 speciminum 88‴ ad 166‴.

Rem. Les bandes transversales du corps ne sont que très-diffuses et disparaissent ordinairement entièrement par une conservation prolongée dans la liqueur. L'espèce ne parait habiter que les mers de la Sonde et n'a été trouvée jusqu'ici ni dans la mer des Moluques ni hors l'Insulinde.

*Diapterus punctatus* Blkr.

Descriptio Güntheriana sequens.

„The height of the body is $3\frac{1}{2}$ in the total length. The second dorsal spine prolonged into a short filament and sometimes as long as three-quarters of the height of the body. Silvery; dorsal with a narrow black margin, each. ray with a brown point at the base. Young individuale with indistinct cross-bands. D. 9/10. A. 3/8."
Syn. *Woodan* Russ., Fish. Corom. I p. 53 fig. 68?
*Gerres punctatus* CV., Poiss. VI p. 361; Günth., Cat. Fish. I p. 346, IV p. 260.
Hab. „Philippine Islands, China, Coast of Pondicherry" Günth.

Rem. La description de Cuvier constate en outre qu'il n'y a point de dentelure au préopercule ni au sousorbitaire. L'espèce parait être voisine du Diapterus macracanthus mais se distingue par la seconde épine dorsale, laquelle, bien que prolongée en petit filet, reste notablement plus courte que la hauteur du corps. Il n'est rien dit du reste, dans les descriptions, ni de la formule des écailles ni de la force et de la longueur relative des épines de l'anale.

Je ne pense pas que le Gerres punctatus Day (Fish. Malab. p. 159) soit de la même espèce. M. Day donne la hauteur du corps comme $\frac{1}{3}$ de la longueur totale, la formule de l'anale = 3/8 et le préopercule dentelé, et il ne parle pas du prolongement de la seconde épine dorsale laquelle est dite ne pas être beau-

coup plus longue que la troisième. Le punctatus de M. Day est une espèce à 42 écailles dans la ligne latérale et à pectorales atteignant les rayons postérieurs de l'anale. Elle me parait être voisine de l'acinaces.

*Diapterus philippinus* Blkr.

Descriptio Güntheriana sequens.

„The height of the body is contained twice and two-fifths in the total length (without caudal), the length of the head twice and a fourth; the length of the caudal is two-ninths of the total. The diameter of the eye is one-third of the length of the head, equal to the width of the interorbital space, and more than the extent of the snout. The groove for the processes of the intermaxillaries is rounded behind, naked, and extends beyond the vertical from the anterior margin of the eye. The free portion of the tail is longer than high. The scaly sheeth of the dorsal is very high. The second dorsal spine elongate, its length being two thirds of the height of the body. The second anal spine is much stronger but scarcely shorter than the third, and not quite half as long as the head; the scaly sheath covers the posterior anal rays entirely. Pectoral very long, extending to the second anal spine. Silvery; each dorsal ray and the posterior spines with a blackish dot near the base. D. 9/10. A. 3/7. Lin. lat. 48. Lin. transv. 6/12."

Syn. *Gerres philippinus* Günth., Catal. Fish. IV p. 258.

Hab. Insul. Philippin.

Longit. „three and a half inches."

*Diapterus acinaces* Blkr.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{3}$ fere in ejus longitudine absque-, $3\frac{3}{4}$ fere in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{1}{4}$ in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{2}{5}$ circ. in longitudine corporis absque-, $4\frac{3}{5}$ ad $4\frac{2}{4}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ., latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine;

oculis diametro $3\frac{1}{2}$ fere in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; fronte linea mediana plane alepidota; fossa processus intermaxillaris usque supra oculi partem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos concava; rostro acuto oculo non longiore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi vel angulum versus tantum scabriusculo; dentibus pharyngealibus superioribus ex parte setaceis ex parte conicis obtusis, molaribus majoribus nullis; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore concavo, sutura mediana sat mobili bivalvo, dentibus peripheria conicis obtusis mediocribus, suturam mediam versus parvis planiusculis sed molaribus majoribus nullis; squamis genis in series 3 obliquas transversas dispositis, 43 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 17 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 5 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias (absque vagina dorsalis squamosa); cauda parte libera paulo longiore quam postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa elevata; dorsali spinis compressis $2^a$, $3^a$ et $4^a$ ceteris longioribus, $2^a$ $1\frac{3}{5}$ circ. in altitudine corporis et fere aeque longa ac dorsali spinosa, $9^a$ radio $1^o$ breviore; pectoralibus capite longioribus analem attingentibus; ventralibus acutis margine inferiore concavis capite absque rostro paulo brevioribus; anali spina $2^a$ ceteris longiore capitis parte postoculari non vel vix longiore et spina dorsali $2^a$ multo minus duplo breviore; caudali lobis valde acutis capite conspicue longioribus; colore corpore superne coerulescente-argenteo, inferne argenteo; iride flava; pinnis flavescentibus vel flavescente-hyalinis. B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/16. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Gerres acinaces* Blkr, Spec. pisc. batav. nov., Nat. T. Ned. Ind. VI p. 194; Günth., Catal. Fish. I p. 351, IV p. 262; Fish. Zanzib. p. 110 tab. 16 fig. 1.
*Ikan Kapas kapas* Mal. Bat.

Hab. Java (Batavia); Cocos (Nova-Selma); Celebes (Badjoa); in mari.

Longitudo 2 speciminum 250‴ et 292‴.

Rem. Depuis que j'ai fait connaître cette espèce des trois

points cités de l'Inde archipélagique, elle a été retrouvée près des côtes d'Aden et de Zanzibar. Je n'en ai observé que trois individus ce qui paraît indiquer qu'elle doive être assez rare.

*Diapterus macrosoma* Blkr, Onz. notic. ichth. Ternate, Ned. T. Dierk. I p. 231; Kner, IV Folge Fisch. Mus. Godeffr. Sitz. ber. Wien. 1868. Bd. 58 p. 301.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine 3 circ. in ejus longitudine absque-, 4 circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 circ. in ejus altitudine; capite acuto 3 ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis absque-, 4 ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 et paulo, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{2}{3}$ ad 3 in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 1 distantibus; fronte linea mediana plane alepidota; fossa processus intermaxillaris usque supra oculi partem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos concava; rostro acuto oculo sat multo ad vix breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi vel angulum versus tantum scabriusculo; dentibus maxillis pluriseriatis parvis aequalibus; dentibus pharyngealibus superioribus parvis acutis vel acutiusculis, molaribus majoribus vel minoribus nullis; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore concavo, sutura mediana mobili bivalvi, dentibus conicis parvis peripheria acutis suturam mediam versus obtusiusculis, molaribus majoribus vel minoribus nullis; squamis genis in series 3 obliquas transversas dispositis, corpore valde deciduis, 43 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 15 vel 16 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 5 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias (absque vagina dorsalis squamosa); cauda parte libera longiore quam postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa sat humili; dorsali spinis compressis 2ª, 3ª et 4ª ceteris longioribus, 2ª corpore minus duplo humiliore dorsali spinosa conspicue breviore, 9ª radio 1º breviore; pectoralibus capite non ad paulo longioribus analem non attingentibus; ventralibus acutis margine

inferiore concavis vel rectiusculis capite absque rostro brevioribus; anali spinis 2ª et 3ª subaequalibus capitis parte posteculari non longioribus spina dorsali 2ª minus duplo brevioribus; caudali lobis valde acutis capite non ad paulo longioribus; colore corpore superne coerulescente-griseo, inferne argenteo; iride flavescente; pinnis flavescente-hyalinis, dorsali spinosa superne et caudali postice vulgo fusco marginatis.

B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/16. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Gerres macrosoma* Blkr, Bijdr. ichth. Halmaheira, Nat. T. Ned. Ind. VI p. 56; Günth., Cat. Fish. I p. 353, IV p. 263. *Kapas-kapas* Mal.

Hab. Singapura; Java (Batavia); Bali (Boleling); Timor (Kupang); Ternata; Halmahera (Sindangole); Obi-major: Amboina; Saparua; Waigiu; in mari.

Longitudo 11 speciminum 92''' ad 198'''.

Rem. Le Diapterus actuel est fort voisin du Diapterus acinaces mais il a le corps plus allongé, et la seconde épine dorsale et les pectorales relativement plus courtes. Il est moins rare que l'acinaces, mais n'a pas été trouvé jusqu'ici, hors l'Insulinde, que dans les mers de l'île Savay.

*Diapterus argyreus* Blkr.

Descriptio Güntheriana sequens.

„The height of the body is scarcely more than the length of the head, and one-third of the total (without caudal fin); the diameter of the eye is one-third of the length of the head, and rather longer than the snout, the extent of which equals the distance between the eye. The groove for the processes of the intermaxillary bones is entirely scaleless, and does not extend to the vertical from the centre of the eye. The spines of the fins are slender; the second of the dorsal is one-half of the height of the body, and more than twice the length of the second anal spine, which is rather stronger but not longer than the third. Silvery; top of the dorsal blackish. D. 9/10. A. 3/7. Lin. lat. 45.''

Syn. *Siaena argyrea* Forster.
*Cichla argyrea* Bl. Schn., Syst. p. 344.
*Gerres waigiensis* QG., Zoöl. Voy. Freycin. p. 292.
*Gerres argyreus* CV., Poiss. VI p. 360; Günth., Cat. Fish. I. p. 353, IV p. 263.
Hab. Waigiu; in mari.

Rem. Cette espèce, habite aussi la Mer rouge, les mers des îles Strong et Tanna, et la côte orientale de la Nouvelle Hollande (Port Jackson).

*Diapterus kapas* Blkr, Septièm. mém. ichth. Timor, Ned. T. Dierk. I p. 269.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{4}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus longitudine absque-, 3 fere ad 3 in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus altitudine; capite acuto 3 ad 3 et paulo in longitudine corporis absque-, 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 fere ad 1, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{3}{4}$ ad 3 in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 fere distantibus; fronte linea mediana plane alepidota; fossa processus intermaxillaris usque supra oculi marginem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos concava vel concaviuscula; rostro acuto oculo multo breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi vel angulum versus tantum scabriusculo; dentibus pharyngealibus superioribus ex parte conicis acutiusculis ex parte molaribus planis minoribus et majoribus; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore medio convexo, sutura mediana conspicua nulla, dentibus peripheriis ex parte conicis obtusiusculis, ceteris molaribus subplanis centralibus ceteris paulo majoribus irregulariter dispositis; squamis genis in series 3 obliquas transversas dispositis, corpore valde deciduis 40 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis 15 circ. in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias

(absque vagina dorsali squamosa); cauda parte libera vix longiore quam postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa mediocri; dorsali spinis gracilibus compressis 2ª, 3ª et 4ª ceteris longioribus, 2ª 1½ ad 2 in altitudine corporis; 9ª radio 1º breviore; pectoralibus capite paulo longioribus analem attingentibus vel subattingentibus, ventralibus acutis margine inferiore rectiusculis capite absque rostro brevioribus; anali spina 2ª spina 3ª paulo fortiore sed paulo breviore oculo non ad paulo et spina dorsali 2ª duplo fere breviore; caudali lobis acutis capite non ad paulo longioribus; colore corpore superne coerulescente- vel viridescente-griseo, inferne argenteo; iride flavescente; pinnis flavescentibus, dorsali spinosa nigricante marginata.

B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/14 vel 1/15. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Gerres kapas* Blkr, Bijdr. ichth. Rionw, Nat. T. Ned. Ind. II p. 482; Günth., Catal. Fish. I p. 352, IV p. 259.

*Gerres singapurensis* Steind, Bericht Fisch. Singap, Sitz. ber. K. Akad. Wiss. 1870 Bd. 60 p. 568.

*Kapas-kapas* Blkr.

Hab. Sumatra (Benculen, Trussan, Priaman); Batu, Nias; Singapura; Bintang (Rio); Bangka (Muntok, Gussong-assem, Tandjong berikat, Blinju); Java (Batavia); Celebes (Macassar, Bonthain); Timor (Kupang); Amboina; in mari.

Longitudo 10 speciminum 62''' ad 120'''.

Rem. Le Gerres singapurensis Steind. me paraît ne pas se distinguer du kapas. Les dentelures du préopercule dont parle M. Steindachner, se retrouvent dans la plupart des espèces insulindiennes, mais elles sont extrêmement fines et plus palpables que visibles à l'oeil non armé. Encore ne se trouvent elles que sur le bord inférieur ou tout près de l'angle. Le kapas est la seule espèce insulindienne connue à 40 écailles dans la ligne latérale. Lors de mon séjour à Singapore, en l'an 1860, j'ai observé plusieurs individus, ce qui indique que l'espèce n'y est pas rare.

*Diapterus abbreviatus* Blkr, Enumér. poiss. Amboin, Ned. T. Dierk. II p. 275.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine 2 circ. in ejus longitudine absque-, $2\frac{1}{5}$ ad $2\frac{2}{7}$ in ejus longitudine cum pinna caudali: latitudine corporis $2\frac{1}{4}$ ad 3 in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{1}{4}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{6}$ ad $4\frac{2}{7}$ in longitudine corporis cum pinna caudali, altiore quam longo; latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2 fere in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{2}{5}$ in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 1 distantibus; fronte linea mediana plane alepidota; fossa processus intermaxillaris usque supra oculi marginem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos rectiuscula vel concaviuscula; rostro acuto oculo multo breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi; dentibus pharyngealibus superioribus peripbericis ex parte conicis acutis, ceteris molaribus majoribus et minoribus facie masticatoria applanatis, posterioribus ceteris majoribus; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore medio convexo, sutura mediana nulla, dentibus peripbericis lateralibus conicis acutiusculis, ceteris molaribus facie applanatis iis linea medianae approximatis valde magnis ceteris multo majoribus biseriatis postrorsum magnitudine accrescentibus; squamis genis in series 3 obliquas transversas dispositis, corpore parum deciduis 35 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 15 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias (absque vagina dorsali squamosa); cauda parte libera breviore quam postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa elevata; dorsali spinis mediocribus compressis, 2ª, 3ª et 4ª ceteris longioribus, 2ª $1\frac{2}{3}$ ad 2 in altitudine corporis, 9° radio 1° breviore; pectoralibus capite longioribus analem attingentibus; ventralibus acutis margine inferiore rectiusculo capite absque rostro non ad vix brevioribus; anali spina 2ª spina 3ª fortiore sed non longiore, capitis parte postoculari longiore et spina dorsali 2ª multo minus dnplo breviore; caudali lobis acutis capite paulo longioribus; colore corpore superne viridescente- vel coerulescente-

griseo, inferne argenteo; iride flavescente-margaritacea; pinnis flavescentibus vel flavescente-hyalinis, dorsali fuscescente marginata; corpore junioribus vulgo vittis diffusis 6 vel 7 transversis obliquis postrorsum descentibus fuscis quasi subcutaneis. B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/14 vel 1/15. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat- brev.

Syn. *Gerres abbreviatus* Blkr, Verh. Bat. Gen., XXIII Maen. p. 11; Faun. ichth. Jav. gen et spec. nov. Nat. T. Ned. Ind. I p. 103; Günth., Catal. Fish. I p. 345, IV p 257; Kner, Flossenbau Fische p. 51 fig. 55; Zool. Reis. Novara Fisch. p 56 et tab. 3 fig. 3ª (dentes pharyngeales).

*Kapas-kapas* Mal.

Hab. Sumatra (Telokbetong, Benculen, Padang); Singapura; Bintang (Rio); Bangka (Muntok, Gussong-assam Blinju); Biliton (Tjirutjup); Java (Batavia); Celebes (Macassar, Badjoa); Ceram (Wahai): Amboina; Waigiu; in mari.

Longitudo 23 speciminum 80''' ad 230'''.

Rem. Cette belle espèce est remarquable par les os pharyngiéns inférieurs qui sont intimement soudés ensemble sans suture médiane. Je ne retrouve cette particularité que dans le le Diapterus kapas et le Diapterus japonicus (Gerres japonicus Blkr). Les grandes dents molaires aplaties de ces os ne se retrouvent non plus dans aucune des espèces que j'ai pu examiner et même pas dans le kapas et dans le japonicus, où celles du milieu de l'os sont beaucoup plus petites et irrégulièrement disposées et, bien qu'un peu aplaties, correspondent plus aux dents des autres espèces insulindiennes et des espèces de la côte de Guinée (Diapterus melanopterus Blkr et Diapterus octactis Blkr).

*Diapterus limbatus* Blkr.

Descriptio Güntheriana sequens.

„ The height of the body is two-fifths of the total length (without caudal). Praeorbital and praeoperculum entire. The snout is rather longer than the eye, the diameter of which

equals the width of the interorbital space and is two-sevenths of the length of the head. The groove for the processes of the intermaxillaries is entirely scaleles, and extends beyond the front margin of the eye. The second dorsal spine is considerably longer than the third, its length in adult speeimens being more than one half of the height of the body; in half-grown specimens it is scarcely longer than the third and half as high as the body. The scaly sheath of the dorsal fin is moderately developed The second anal spine is stronger and a little longer than the third, its length being more than one-half of the length of the second dorsal spine. There are four series of scales between the highest point of the lateral line and the dorsal fin. Silvery; caudal with a broadish blackish margin; the spinous dorsal with a narrow black-edge. D. 9/10. A. 3/7. Lin. lat. 37. Lin. transv. 5/10 "

Syn. *Gerres limbatus* CV., Poiss. VI p. 358; Günth., Catal. Fish. IV p. 259; Day, Fish. Malab. p 160.
*Catochaenum limbatum* Cant., Catal. Mal. Fish. p. 55.

Hab. Pinang. — Or. Corom.

Longit. „ three and a half and seven inches."

*Diapterus poeti* Blkr, Deux. notic. ichth. Saparoua, Versl. Kon. Akad. v. Wet. XVI p. 360.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{5}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus longitudine absqne-, 3 ad 3 et paulo in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite acuto $3\frac{2}{5}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis absque-, $4\frac{1}{5}$ ad $4\frac{2}{5}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ., latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ. in ejus longitudine: oculis diametro $2\frac{1}{5}$ ad $2\frac{2}{5}$ in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 1 distantibus; fronte linea mediana plane alepidota; fossa processus intermaxillaris usque supra oculi marginem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos rectiuscula vel concaviuscula; rostro acuto oculo multo breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi vel angulum versus tantum scabriusculo; dentibus pharyngealibus superioribus parvis, ex parte conicis acutis ex parte conico-

graniformibus, molaribus majoribus nullis; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore concavo, sutura mediana mobili, dentibus parvis peripheriicis ex parte conicis acutiusculis mediis omnibus conico-graniformibus, molaribus majoribus nullis; squamis genis in series 5 obliquas transversas dispositis, corpore sat deciduis 35 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 3 vel $3\frac{1}{2}$ lineam lateralem inter et spinas dorsales medias (absque vagina dorsalis squamosa); cauda parte libera aeque longa circ. ac postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa sat elevata; dorsali spinis compressis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus, 2ª et 3ª subaequalibus corpore duplo ad duplo fere humilioribus non setigeris, 9ª radio 1° breviore; pectoralibus capite non ad vix longioribus analem non attingentibus; ventralibus acutis margine inferiore rectiusculis capite absque rostro non vel vix brevioribus, anali spina 2ª spina 3ª multo fortiore sed vix longiore capitis parte postoculari multo longiore spina dorsali 2ª non vel vix breviore; caudali lobis acutis capite non longioribus; colore corpore superne viridescente- vel coerulescente-griseo, inferne argenteo; iride flavescente; pinnis flavescentibus vel flavescente-hyalinis.

B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/13 vel 1/14. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Mata bezaar* Valent., Amb. fig. 354.

*Ican poetie* Ren., Poiss. Mol. I tab. 2 fig. 9.

*Gerres poetie* CV., Poiss. VI p. 352; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 11; Günth., Catal. Fish. I p. 341, IV p. 256; Kner, Zool. Reis. Novar. Fisch. p. 55 (nec fig. dentium tab. 5 fig. 3ª).

*Kapas-kapas*, *Hajam* Mal.; *Bekututan* Jav.; *Koppeh*, *Kumpar* Madur.

Hab. Bintang (Rio); Bangka (Muntok); Java (Batavia, Surabaya, Pasuruan); Madura (Kammal); Amboina; Saparua; in mari.

Longitudo 24 speciminum 88‴ ad 151″.

Rem. La dentition pharyngienne publiée par M. Kner comme

celle du Diapterus poetie CV. (Reise Novara, Fische tab. 3 fig. 3ª) est celle du Diapterus abbreviatus en non du poetie. Dans le poetie les os pharyngiens inférieurs réunis (à suture mobile) forment un triangle plus allongé et à bord postérieur concave et ils ne sont armés au milieu que de petites dents molaires arrondies et irregulièrement disposées. Le poeti est du reste voisin par la formule des écailles tant de l'abbreviatus que du limbatus et de l'oyena et s'approche le plus du limbatus, mais il est fort bien reconnaissable par la seconde épine anale, qui est beaucoup plus forte que la troisième et égale presque en longueur la seconde épine dorsale.

*Diapterus oyena* Blkr, Onz. notic. ichth. Ternate, Ned. T. Dierk. I p. 232.

Diapt. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{3}$ ad 3 fere in ejus longitudine absque-, $3\frac{2}{5}$ ad 4 fere in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 ad $2\frac{1}{3}$ in ejus altitudine; capite acuto 3 ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis absque-, 4 ad $4\frac{3}{4}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{2}{3}$ ad 3 in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 1 distantibus, fronte linea mediana plane alepidota; fossa processus intermaxillaris usque supra oculi marginem anteriorem adscendente; linea rostro-nuchali ante oculos rectiuscula vel concaviuscula; rostro acuto oculo sat multo ad vix breviore; osse suborbitali inferne edentulo; praeoperculo margine libero laevi; dentibus pharyngealibus superioribus parvis ex parte conicis acutiusculis ex parte conico-granifornibus, molaribus majoribus nullis; osse pharyngeali inferiore triangulari margine posteriore concavo sutura mediana mobili bivalvi, dentibus parvis peripheriçis conicis ex parte acutiusculis lineam medianam versus conico-graniformibus, molaribus nullis; squamis genis in series 3 obliquas transversas dispositis, corpore valde deciduis 35 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 16 in serie transversali anum inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias (absque vagina dor-

salis squamosa); cauda parte libera aeque longa circ. ac postice alta; pinnis dorsali et anali basi vagina squamosa sat elevata; dorsali spinis tenuibus gracilibus compressis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus, 2ª et 3ª subaequalibus 1½ ad 2 in altitudine corporis non setigeris, 9ª radio 1° breviore; pectoralibus analem attingentibus capite non ad paulo longioribus analem non ad vix attingentibus; ventralibus acutis margine inferiore rectiusculo capite absque rostro brevioribus; anali spinis 2ª et 3ª subaequalibus gracilibus oculo non longioribus spina dorsali 2ª plus duplo brevioribus; caudali lobis acutis capite non ad paulo longioribus; colore corpore superne coerulescente-griseo, inferne argenteo; iride flavescente; pinnis flavescentibus, dorsali spinosa superne nigricante arenata.

B. 6. D. 9/10 vel 9/11. P. 1/15. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Labrus oyena* Forsk., Descr. anim. p. 35; Bl. Schn., Syst. p. 245; Lac., Poiss. III p. 463.

*Sparus erythrourus* Bl., Ausl. Fisch. V p. 26 tab. 261.

*Cichla erythrurus* Bl. Schn., Syst. p. 336.

*Sparus brittannus* Lac., Poiss. IV p. 132, 134.

*Labrus longirostris* Lac., Poiss. III p. 467 tab. 19 fig. 1.

*Smaris oyena* Rüpp., Atl. Reis. Fisch. p. 11 tab. 3 fig. 2.

*Gerres oyena* CV., Poiss. VI p. 355; Jen., Zool. Beagle, Fish. p. 59; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 12; Günth., Cat. Fish. IV p. 261.

*Gerres oblongus* Blkr, Topogr. Batav., Nat. Gen. Arch. N. Ind. II p. (nec CV).

*Gerres equula* Schl., Faun. Jap. Poiss. p. 76 tab. 40 fig. 1; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXVI Nalez. ichth. Jap. p. 92.

*Kapas-kapas* Mal., *Terontang*, *Singran*, *Gelomo*, *Dodok* Jav.

Hab. Sumatra (Trussan); Nias; Singapura; Java (Batavia, Samarang, Tjilatjap, Patjitan, Surabaya, Pasuruan); Cocos (Nova-selma); Madura (Kammal); Bali (Boleling); Celebes (Macassar); Timor (Kupang); Ternata; Buro (Kajeli); Amboina; Banda; in mari.

Longitudo 26 speciminum 90‴ ad 182‴.

Rem. Le Diapterus oyena est une des espèces les plus repandues et les plus communes de l'Inde archipélagique et s'étend au nord jusqu'au Japon et à l'oaest jusqu'aux côtes de Zanzibar, d'Aden et dans la Mer rouge. Une comparaison de mes individus du Japon aux individus de diverses parties de l'Inde archipélagique m'a convaincu de la justesse du rapprochement que M. Günther a fait en rapportant le Gerres equula Schl. au Diapterus actuel.

---

PENTAPRION Blkr.

Ossa pharyngealia inferiora gracilia libera non unita dentibus gracilibus acutis pluriseriatis armata. Pinnae, dorsalis spinis 10 vel 11 et radiis 14 vel 15, analis spinis 5 et radiis 13 vel 14. Pseudobranchiae.

Rem. Le genre Pentaprion est une indication de plus du peu de valeur qu'on ait à attacher, dans certains groupes de poissons, à la réunion plus ou moins intime des os pharyngiens inférieurs. Le type du genre est si voisin des espèces de Diapterus qu'on ne saurait point douter de leur affinité, les Pentaprions n'étant pour ainsi dire que des Diapterus à cinq épines anales et à quelques rayons de plus à la dorsale et à l'anale.

*Pentaprion gerreoides* Blkr. Verh. Bat. Gen. XXIII Maen. p. 13; Faun. ichth. Jav. spec. nov. Nat. T. Ned. Ind. I p. 104; Günth. Catal. Fish. I p. 396.

Pentapr. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{4}$ ad $2\frac{2}{5}$ in ejus longitudine absque-, 3 et paulo ad $3\frac{1}{3}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{2}$ ad 3 in ejus altitudine; capite acuto 3 et paulo ad $3\frac{1}{4}$ in longitudine corporis absque-, 4 et paulo ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis 1 circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis diametro $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{1}{4}$ in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; linea rostro-nuchali ante

oculos concaviuscula; rostro acutiusculo convexo oculo breviore maxillis valde deorsum protractilibus; dentibus maxillis pluriseriatis parvis aequalibus; ossibus pharyngealibus inferioribus gracilibus non unitis; dentibus pharyngealibus omnibus gracilibus conicis acutis; praeoperculo angulo rotundato, margine posteriore edentulo, margine inferiore leviter denticulato; squamis non ciliatis, valde deciduis, 40 circ. in linea laterali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis gracillimis compressis, 1ª et 2ª parvis, 3ª et 4ª ceteris longioribus corpore duplo ad minus duplo humilioribus, spina posteriore radio 1° breviore; pectoralibus acutis capite longioribus initium analis superantibus; ventralibus acutis oculo non vel vix longioribus; anali spinis gracilibus 2ª et 3ª ceteris longioribus spinis dorsalibus longissimis non multo brevioribus; caudali lobis acutis capite paulo ad non longioribus; colore corpore superne viridescente-griseo, inferne margaritaceo; iride flavescente; vitta oculo-caudali gracili argentea quasi subcutanea; pinnis flavescentibus vel flavescente-hyalinis.

B. 6. D. 10/14 vel 10/15 vel 11/14. P. 1/14. V. 1/5. A. 5/13 vel 5/14. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Ikan Hajam* Mal. Batav.

Hab. Sumatra (Priamam); Java (Batavia, Anjer); Celebes (Macassar, Badjoa); in mari.

Longitudo 21 speciminum 65‴ ad 98‴.

Rem. Je ne connais cette espèce que des mers de Sumatra, de Java et de Célèbes. Elle paraît même y être assez rare. Jamais je n'en ai vu d'individus de plus de 100‴ de long.

*La Haye*, Décembre 1872.

# OVER DE ONHOUDBAARHEID DER STELLING

DAT DE

# BREKING DER LICHTSTRALEN WORDT GEWIJZIGD

DOOR DE

# BEWEGING VAN LICHT-BRON EN PRISMA.

DOOR

**V. S. M. VAN DER WILLIGEN.**

## § I.

1. Eene impulsie of schok, of hoe men haar ook noemen moge — bijv. moleculaire verplaatsing — wordt nimmer als zoodanig in eene absoluut veêrkrachtige en onbegrensde middenstof voortgeleid.

Als resultaat eener door de moleculen der middenstof achtereenvolgend uit te voeren voortgeleide trilling, die zich uit een onbeweeglijk middenpunt in de rustende middenstof naar alle rigtingen verspreidt, valt zulk eene impulsie zeer zeker onder de algemeene wet, naar welke die trilling zich voortplant.

Aan den anderen kant wijst zoowel de waarneming als de theoretische beschouwing er op heen, dat wanneer aan eenig punt der middenstof eene moleculaire impulsie of verplaatsing wordt medegedeeld, daarbij trillingen worden opgewekt, wier trillings-tijd en amplitudo vaak ver boven het bereik van ervaring en theorie liggen. Elke zoodanige trilling plant zich uit dat punt als middenpunt naar alle rigtingen voort. De levendige kracht, die werd medegedeeld, heeft zich dan in die trillingen uitgestort en kan ten tweeden male niet meer onder den vorm

eener integrale impulsie of verplaatsing vereenigd worden gedacht.

Hoe en op welke wijze die trillingen in eene onbegrensde middenstof geboren worden valt zoo gemakkelijk niet te zeggen. Waarschijnlijk heeft men zich die vorming zoodanig te denken, dat de stoot, uit het middenpunt op de omgelegen deeltjes overgegaan, terstond daarop, wanneer zij deze verlaat, niet alleen naar buiten wordt voortgeleid, maar ten deele ook weêr naar het punt van uitgang terugkeert, om op nieuw weêr naar buiten te gaan; en verder, dat dit proces zoo lang herhaald wordt, tot het naar het middenpunt terugkeerende deel der levendige kracht ten slotte gelijk nul wordt. Wij verkrijgen dan rondom het centrum een heen- en wedergang van steeds kleinere hoeveelheden levendige kracht, die met uitputting eindigt en zeer wel op eene vibratie der moleculen kan uitloopen, waardoor de impulsie op steeds verder en verder van den oorsprong gelegen moleculen zal worden overgedragen.

2. Overal waar op de lucht of op het water zulk een stoot wordt uitgeoefend, zijn echter de voorwaarden voor de wording eener staande trilling der deeltjes aanwezig. De spontane trillingen, welke tot stand komen, zijn dus ongetwijfeld staande trillingen van de eerste moleculen der middenstof, die dan verder worden voortgeleid. — De geleidelijke overdraging der trilling van eene eigenlijke in staande trilling verkeerende bron op de omgevende middenstof, beiden in rust te denken, wordt mij door het gezegde duidelijker. De eerste moleculaire impulsie, welke van die bron uitging en zich over eene eerste bolvlakte verbreidde, vindt dan, bij haren terstond daarop volgenden gedeeltelijken terugkeer naar het middenpunt, hier reeds eene tweede en wordt met deze op nieuw in rythmischen pas weêr naar buiten gedreven Zóó wordt eene eerste impulsie of stoot door eene volgende geregeld en gesteund. Door de voortdurende herhaling van ditzelfde proces met het oneindig aantal differentiaal-impulsies, waarin eene trilling van het primair trillende deeltje verdeeld kan worden gedacht, gaat de levendige kracht, die daarin voorhanden is, als voortgeleide trilling van dezelfde periode, naar alle rigtingen in de middenstof over; de verspreiding heeft natuurlijk volgens bolvlakken plaats.

Eene enkele op zich zelf staande impulsie zoude ik uit dit

oogpunt wel als labiel willen beschouwen tegenover de oneindige reeks van zulke impulsies, die elkander schragende en achtervolgens uit een zelfde vast middenpunt uitgaande, door eene in staande trilling aldaar aanwezige bron medegedeeld, eene geheele trilling vormen.

3. Is die bron van staande trillingen in beweging met betrekking tot de middenstof en is zij daarbij van zulke kleine afmeting, dat eene eerste impulsie niet meer door eene tweede, uit hetzelfde punt der middenstof uitgegaan, wordt gevolgd en zoo vervolgens, dan zijn al die differentiaal-impulsies, die door eene enkele staande trilling aan de omgevende middenstof worden medegedeeld, als zoo vele labiele impulsies te beschouwen, die ieder op zich zelf of als strooming wegsmelten of stuk vallen in trillingen, wier perioden in geen het minste verband staan met de periode van trilling der primaire bron.

Heeft de bron van trilling — die wij ons denken als eene vereeniging van deeltjes, welke isochroon, in gelijkvormige banen trillen en daarbij allen steeds in dezelfde phase verkeeren — echter zulke afmetingen, dat, niettegenstaande hare voortbeweging, dat oneindig aantal impulsies voor minstens eene enkele geheele vibratie nog geacht kan worden uit hetzelfde punt der middenstof uit te gaan, omdat voor ieder voortgeschoven deeltje der bron terstond een ander gelijk daarmede trillend in de plaats treedt; of wel, algemeener nog, staat het in dat punt gelegen deeltje der middenstof gedurende eene geheele trilling onder den regtstreekschen invloed der bron; dan komt nog de overdraging van de trilling der bron op de omgevende middenstof — mogelijk met veranderlijke amplitudo, maar zeer zeker met onveranderde periode — behoorlijk tot stand.

Men ziet: naar deze beschouwing is hier geene plaats voor de overdraging der primaire trilling met naar een of anderen regel verkorte of verlengde periode; en dat wel om de eenvoudige reden, dat wanneer de relative beweging der bron te groot is, ten aanzien van hare afmetingen of van den straal harer spheer van directe inwerking, zij ook niet langer eene vooruit te bepalen periode aan de spontane vibraties kan opdringen, die uit de opvolgende differentiaal-pulsaties of verplaatsingen mogten geboren worden.

Om duidelijk te zijn: wilde men eene verkorting of verlenging der periode, die met de zoo aanstonds te behandelen beschouwingen omtrent versnelden of vertraagden golfslag zoude strooken, dan moest men kunnen aantoonen, dat iedere elementaire pulsatie, die van de bewogen trillings-bron uitging, voor zoover zij zich aan dat punt van uitgang refereert en daarheen terugkeert, nu als uit instinct den weg tracht in te slaan niet naar dat eigenlijke punt van uitgang, maar naar een ander punt, waarheen de primaire bron zich zal hebben voortbewogen op het oogenblik dat zij de volgende impulsie uitzendt; en dit is toch wat al te willekeurig. Als daarom de trilling der primaire bron niet integraal, met hare eigene periode, op de omgevende middenstof kan worden overgedragen, dan kan zij in het geheel niet worden overgedragen; zij zal dan waarschijnlijk in voortgeleide trillingen wegsmelten, wier eindresultaat tegenwoordig althans ver boven het bereik der analyse ligt.

## § II.

4. Dit zijn beschouwingen, waarbij, naar ik meen, ieder zich zal kunnen nederleggen, die zich eene klare voorstelling van het proces der overdraging eener staande trilling op de omgevende middenstof tracht te vormen, en waarvan ik liever niets laat vallen, zoo lang die middenstof homogeen en onbegrensd blijft. Mij dacht het nuttig, om ze eens ter sprake te brengen en daardoor velen, zoo mogelijk, voor teleurstelling en de wetenschap voor afdwaling te bewaren.

Wat den invloed der beweging van het prisma op de rigting van den gebroken straal aangaat, heb ik alleen aan te voeren, dat sints lang door ARAGO proefondervindelijk bewezen is, dat die beweging zulken invloed niet heeft, en dat FRESNEL *) hiervan de theoretische verklaring gaf; in dien zin namelijk, dat de invloed dezer beweging op de rigting van den gebroken straal door eene veranderde waarde der aberratie wordt gecompenseerd. Niemand heeft tot nog toe het proefonder-

*) *Annales de Chimie et de Physique.* T. IX, p. 56 en 286. 1818.

vindelijk bewijs geleverd, dat die resultante van de verandering in breking en de verandering in aberratie niet gelijk nul is. Wel daarentegen is door FIZEAU *) aangetoond, dat de bekende onderstelling, waarvan FRESNEL uitgaat, ook bij de beweging van water, zoo als hij die aan de proef onderwierp, bleek waarheid te zijn; terwijl alleen de in de ruimte in rust gelaten aether tot nog toe eene bevredigende verklaring der aberratio fixarum in de undulatie-theorie vermag te geven. Omgekeerd is hierdoor dan weêr aangetoond, dat het een ongemotiveerd zoeken zoude zijn, om den invloed van de beweging van het prisma op de rigting van den lichtstraal te gaan bepalen en dat het nog veel meer ongemotiveerd, ja een terugtred der wetenschap van haar tegenwoordig standpunt, zoude zijn, wanneer zij zoodanigen invloed ter gedeeltelijke verklaring eener verplaatsing der FRAUNHOFER'sche strepen in het spectrum aannam.

Door de onderstelling van FRESNEL, wier vruchtbaarheid bleek, is dan ook het gezigtspunt aangewezen, waaruit wij den invloed van de beweging der lichtbron op de breking moeten nagaan. De licht-aether, die de trillingen voortleidt, is volgens haar in de onbegrensde ruimte in rust; de stoffelijke ligchamen voeren bij hunne beweging alleen dat deel van den besloten aether mede, dat zijne overmaat in digtheid boven die in de ruimte vormt.

5. Eene onbegrensde middenstof, die, niettegenstaande de daarin voortbewogen ligchamen, in rust blijft, helpt ons alzoo met de toegevoegde onderstelling van FRESNEL gemakkelijk heen over den invloed der beweging van het prisma op de rigting van den straal; maar, blijkens het boven gezegde, maakt zij de beschouwing van de overdraging der trilling van de bewogen bron op de middenstof ingewikkelder. Uitgaande van die rust komt men echter toch, zoo als nader zal blijken, geleidelijk tot het resultaat, dat ook de beweging der bron geen invloed heeft op de breking. Dit sluit echter niet in, dat, wanneer die omgevende aether eens wèl werd medegesleept in de beweging, de rigting van den gebroken straal zoo maar

*) *Comptes Rendus.* T. XXXIII, p. 349. 1851.

klakkeloos van beide bewegingen afhankelijk moest worden gesteld. Althans wanneer het prisma en de omgevende middenstof met volkomen dezelfde snelheid voortgaan, kan er geen sprake van zijn, dat de rigting van den gebroken straal van die beweging zoude te lijden hebben. En PETZVAL zag, in zijne straks te vermelden verhandelingen, zeer goed in, dat de volkomen medevoering der omgevende middenstof door de bron den doodsteek moest geven aan iedere theorie die dáár bij de bron eene wijziging van trillings-tijd of golflengte der voortgeleide trilling verlangde.

Maar zelfs, al sleepten de voortbewogen ligchamen den omgevenden aether in hunne beweging volkomen mede, dan toch zou, bij den grooten afstand, die bijv. de ster van de aarde scheidt, ergens wel een punt tusschen beiden zijn te vinden, waar die aether, geheel ongevoelig voor beide bewegingen, in volkomen rust blijft ; en zoo wordt bij die medevoering de quaestie eigenlijk naar eene andere plaats in de ruimte verlegd, waar hare oplossing wel is waar, naar het zich nu laat aanzien, grooter moeijelijkheid zoude baren, maar daarom nog niet hopeloos behoeft te zijn.

Op het tegenwoordig standpunt der wetenschap is echter de overgang der trilling van eene voortbewogen bron op een rustenden aether of uit een rustenden aether in eene bewogen brekende stof nog maar alleen aan de orde.

Vrij wel heb ik nu het gezigtspunt omschreven, waaruit ik den invloed der beweging van lichtbron en prisma op de rigting van den gebroken straal beschouw. Verre werp ik daarbij van mij de afgeleide voorstelling van golf en nog veel meer die van golfslag; ik houd mij aan het oorspronkelijk begrip van voortgeleide trilling of vibratie, dat alleen realiteit bezit in het wezen der dingen en waarvan golf of golfslag slechts een resultaat zijn.

Wanneer ik ten slotte de waarnemingen van anderen hard val in het belang der wetenschap en met de volle overtuiging, dat in die waarnemingen zelven de oorzaak te zoeken is van de gevonden verplaatsingen in het spectrum, dan geloof ik daartoe ten vollen geregtigd te zijn, omdat ik ook mijne eigene waarnemingen nimmer heb gespaard.

## § III.

6. In 1842 stelde CHR. DOPPLER *) kortweg, dat door de betrekkelijke beweging van de primaire bron van trilling en den waarnemer de kleur van het waargenomen licht of de hoogte van den waargenomen toon, volgens zeer eenvoudige wet, wordt gewijzigd. Hij rukt een enkelen licht- of geluidstraal, die zamenvalt met de rigting der beweging, los uit den geheelen bol waartoe hij behoort, zonder acht te slaan op het noodzakelijk verband, waarin die straal staat tot het oneindig aantal anderen, die met hem van hetzelfde punt in alle rigtingen uitgaan. Die straal, de eenige dan dien hij beschouwt, is voor hem eene regte lijn, volgens welke zich het geluid in zoo vele golven of golfslagen tot den bewogen waarnemer voortplant (hierbij te denken aan een schip, dat een golvend water klieft); en omdat nu de bron van trilling of de waarnemer zich juist in de rigting van dien straal bewegen, wordt de snelheid, waarmede die golfslagen op den waarnemer aansnellen, met de relative snelheid van die beiden vermeerderd of verminderd.

Maar DOPPLER vergeet ons te zeggen, wat wij dan toch voor geluid en licht onder een golfslag te verstaan hebben; stellig toch wel iets anders dan het zamengestelde golvengeklots tegen den voorsteven van een schip, dat tegen de golven eener rivier opvaart; zulk eene parallel is wat al te primitief. Golfslag en geheel ontrolde golf verwart hij met elkander; daarbij laat hij de geheel ontrolde golf, of liever de oorzaak daarvan, die zich over eene geheele golflengte gaat uitstorten, in een enkel oneindig klein tijds-deel door de primaire bron aan de middenstof mededeelen. Hij vergeet ons te zeggen, welke oorzaak dan toch die vlot geworden golven of golfslagen van licht en geluid voortdrijft, wier punt van uitgang van oogenblik tot oogenblik van plaats verandert; welk verband er hier nog bestaat tusschen de verschillende deelen eener zelfde spherische golvenvlakte onderling en tusschen trilling en golf. Hij laat aan ons over om uit te vorschen, hoe het wel moet toegaan, nu die primaire bron in

*) *Das farbige Licht der Doppel-sterne.* Prag. 1842.

een oneindig klein tijdsdeel de golf uitzendt of liever de oorzaak daarvan op de middenstof overdraagt. Hij vormt zich geene voorstelling van het wezen en de oorzaak der golvingen, die langs de oppervlakte van het water voortgaan. Hij vergeet, dat deze golvingen het zamengesteld resultaat zijn van de voortgeleide microscopische trillingen van duizenden bij duizenden op elkander gestapelde water-moleculen; van trillingen, die het gevolg zijn van een of anderen van buiten aangebragten, vaak instantanen, mechanischen schok of stoot, en alles behalve van de inwerking eener bron van staande trilling; terwijl hier, bij geluid en licht, sprake is van eene voortgeleide moleculaire trilling, die door zulk eene primaire bron, onverschillig of zij al of niet in beweging is, toch ordentelijk in haar geheel moet worden overgedragen, vóór wij over golfslag of iets dergelijks kunnen gaan spreken. Hij zegt ons niet, wat wij bij de beschouwing van het wezen en de eigenschappen van zulk een geluid- of lichtstraal, niet alleen voor de perceptie, maar voor nog zoo vele andere verschijnselen, met dien golfslag hebben uit te staan.

8. Op het tegenwoordig standpunt der wetenschap zijn wij nu eenmaal geregtigd, om terug te gaan tot de trillingen van de moleculen der middenstof, en te spreken van de voortleiding van deze, in plaats van ons te verdiepen in hetgeen onder een golfslag of zulk eene instantaan medegedeelde golf moet worden verstaan. Waar die voortgeleide trilling der middenstof dan op een of ander voortbewogen stoffelijk ligchaam zal inwerken of daarin zal overgaan, hebben wij ook weder in de eerste plaats te doen met die trilling. Nu zoude het aan DOPPLER zijn om zijne theorie te handhaven; maar dan blijft hij ons al terstond bijv. het bewijs schuldig, dat, zoodra dit ligchaam in beweging geraakt, het vlak daarvoor gelegen deeltje der middenstof terstond met den vereischten spoed voor een volgend plaats maakt, zoodat dit volgende, juist zooveel vroeger als zijne beschouwing eischt, door het voortbewogen ligchaam in de volgende phase van trilling verschalkt wordt. Eerst daarna kon er eens sprake zijn bijv. van het mechanisch effect, dat specieel bij het geluid door den zamengestelden golfslag van duizende deeltjes, als bij watergolven, tot opwekking

van bepaalde staande trillingen in een daarvoor vatbaar afgegrensd geheel, kan worden uitgeoefend.

9. DOPPLER behandelt eerst het geval, dat de waarnemer zich in de rigting der voortplanting van golving of golfslag, of beter gezegd van de voortgeleide trilling, beweegt en daarna het andere geval, dat alleen de primaire bron van trilling in die rigting voortschuift. Zijne eenvoudige formule verschilt eenigszins voor beide gevallen, maar de oorzaak er van is ligt aan te wijzen. Dit verschil komt namelijk daar van daan, dat in het eerste geval — wanneer wij ons eenvoudigheidshalve alleen maar bij de onderlinge toenadering van trillingsbron en waarnemer bepalen — de waarnemer voortdurend de uit de bron ontwikkelde trilling of golfslag te gemoet reist en deze dus in eene naar evenredigheid zooveel korteren tijd weder opneemt als door zijne verplaatsing de lengte eener geheel ontrolde trilling, of om met DOPPLER te spreken, de afstand tusschen twee golfslagen verkort wordt; terwijl in het tweede geval de trilling of golfslag los geworden is van de voortbeweging der bron, zoodra zij op de omgevende middenstof is overgegaan en dan, van dit punt van uitgang af gerekend, nog de geheele golflengte te doorloopen heeft. Zoo lang de snelheden van trillingsbron en waarnemer, die zijn $\alpha$ en $\alpha'$, klein blijven met betrekking tot de snelheid $a$ van de voortgaande trilling of golfslag, houdt men zich tegenwoordig voor beide gevallen aan dezelfde formule en het besluit luidt eenvoudig: de waarnemer neemt in denzelfden tijd meer golven, meer golfslagen, liever meer ontrolde trillingen op in reden van $\frac{a + \alpha + \alpha'}{a}$, waarin natuurlijk $\alpha$ en $\alpha'$ in tegengestelden zin als positief moeten worden genomen. Wanneer dan $\alpha$ en $\alpha'$ naauwkeurig bekend zijn, kan de verschuiving der kleur naar het violet en de verhooging van den toon volkomen naauwkeurig in maat en getal worden berekend.

10. Dit is nu in eenen meer systematischen en wetenschappelijken vorm de redeneering, in wier strikken de geleerde wereld verward geraakte en die men heden ten dage, nog verre opgevoerd boven de grenzen, die DOPPLER zich stelde, den weidschen titel van DOPPLER'S theorie geeft, wier toepassing op

de spectraal-analyse van den hemel men als eene gewigtige schrede voorwaarts in de wetenschap begroet.

Wat zal men daarvan zeggen; de critiek laat zich in weinig woorden zamenvatten. Ik merkte reeds op, dat DOPPLER zich geen rekenschap geeft van de wording eener golf of van een golfslag uit eene voortgeleide trilling. Iedere trilling, die langs den geluid- of licht-straal wordt voortgeleid, ontwikkelt haar eigen golf, wier lengte bepaald is door den duur der trilling en hare snelheid van voortplanting, die tevens snelheid van voortplanting der golf is. Eene trilling is een geheel dat geregeld afloopt; van halve of quart-trillingen kan dus geen sprake zijn; alzoo ook niet van halve of quart-golven. Een golf bestaat uit een berg en een dal; eenig deeltje der middenstof, dat in een positief maximum van uitslag zijner trilling verkeert, ligt op den top van den berg der voortgeleide golf. Wanneer nu uit een zelfde punt steeds trillingen van denzelfden duur geleidelijk achter elkander uitgaan, dan is de geluid- of licht-straal voortdurend bezet met om den anderen afwisselende bergen en dalen, die volkomen aan elkander sluiten; en de afstanden tusschen twee op elkander volgende bergen zijn steeds gelijk aan de ware golflengte der trilling. Wanneer evenwel het punt, waarvan de trillingen uitgaan, zich, zoo als DOPPLER wil, van trilling tot trilling verplaatst langs den straal en dan op ieder punt, in rust, eene trilling uitzendt, dan is de regelmatige zamenhang der opvolgende golven terstond verbroken; de voortgeleide trillingen worden nog wel in denzelfden tijd uitgevoerd, de lengte der respective golven is nog volkomen dezelfde gebleven; maar de golven der achtereenvolgende trillingen zijn gedeeltelijk over elkander geschoven en de afstand tusschen twee opvolgende bergen of twee opvolgende dalen is verkort met den weg, dien de bron tusschen het uitzenden van twee trillingen aflegt; ziet daar, klaar en duidelijk wat DOPPLER wil; niets meer en ook niets minder; van inkorting van den duur der trilling of van de lengte der golf, zoodat de opvolgende golven niet meer over elkander geschoven liggen, is bij hem geen zweem te vinden. Eenvoudigheidshalve bepaal ik mij hier alleen bij de voorwaartsche beweging van de bron; de tegenwaartsche beweging maakt even zoo dat de bergen of

dalen der opvolgende trillingen verder uit elkander komen te liggen.

Indien nu bijv. duizenden bij duizenden op elkander rustende deeltjes van het water te zamen gelijktijdig trillen en dus gelijktijdig in hun maximum van uitslag zijn, dan vormen zij dien hoogen berg, van soms wel 30 voet, die als zamengestelde golf boven de oppervlakte van het water verrijst. Verplaatst zich dan de oorsprong, waarvan die trillingen in het water uitgaan, hetgeen bij instantane windstooten op de water-oppervlakte zoo ligt denkbaar is, en wel zoodanig dat de punten, waarvan de eerste, tweede, derde en volgende trillingen uitgaan — die wij allen natuurlijk denzelfden trillings-tijd toeleggen — vooruit zijn geschoven, in de rigting, waarin de golven voortgaan, dan zullen de bergen, die men in het dagelijksche leven golven noemt, dat is de golfslagen, der opvolgende centra elkander op kortere afstanden volgen, dan wanneer de oorsprong in rust blijft; dit is nu hetgeen waaraan DOPPLER dacht en hetgeen niemand hem zal betwisten. Heeft hij nu een waarnemer bij de hand, dan zal deze in denzelfden tijd meer golfslagen ontvangen dan met den trillings-duur en de voortplanting der trillingen overeenkomen; dit is volkomen waar. Beweegt de waarnemer daarenboven zich tegen den golfslag in, dan zal hij in denzelfden tijd nog meer golfslagen ontvangen: dit is even zeker; de verplaatsing van den waarnemer verandert natuurlijk den trillingsduur van de deeltjes der middenstof ook niet in het minste, maar maakt dat de opvolgende bergen met kleiner of met grooter tusschenpoozen door hem worden bereikt, dan wanneer hij in rust blijft.

Nog eens: aan DOPPLER is nu het bewijs, hoe eene in staande trilling verkeerende bron hare trillingen, zoo als die windstooten, met tusschenpoozen en instantaan op de omgevende middenstof overdraagt, en aan hem het bewijs, dat de perceptie van kleur — gesteld eens, dat dit voor de zamengestelde verdigtings- en verdunnings-golven, die een mechanisch effect uitoefenen, bij het oor uitsluitend zoo plaats heeft — door het aantal der in zekeren tijd ontvangen golfslagen en niet door den vibratietijd der aether-moleculen bepaald wordt. Men moet hier duidelijk onderscheiden tusschen aantal der opgenomen golfslagen en aantal

van vibraties van de moleculen der middenstof in een zekeren tijd ; het eerste is veranderd, het laatste niet.

De goedgunstige lezer heeft voor mij zeker reeds den terugtogt gemaakt van die zamengestelde water- of luchtgolven, waarin zoovele deeltjes op en met elkander gelijktijdig trillen en door hun maximum gaan, tot dien idealen geluid- of licht-straal, waarop eene enkele reeks van deeltjes achter elkander ligt uitgestrekt, en waarlangs het toongevend of lichtend molecuul voortschrijdt. Hij is dan gekomen tot elementaire golvingen, die volgens DOPPLER van telkens eene kleine uitgestrektheid vooruitgeschoven punten zijn uitgegaan ; en hij is geëindigd met eene reeks van moleculen, die successivelijk al die trillingen van volkomen gelijken duur uitvoeren en reeds eene volgende beginnen eer de voorgaande is afgeloopen ; maar dit kan immers geen kwaad, naar de leere der superpositie van kleinste bewegingen ; de vibratie-tijd blijft ongeschonden bewaard. En voor het geval, dat de waarnemer zich beweegt, en wel naar de bron toe, heeft hij door dezen de golf, de ontrolde trilling, in zooveel korteren tijd weêr opgerold gevonden als door zijne verplaatsing de golflengte verkort wordt, ondersteld altijd, zie art. 8, dat de tegen het oog gelegen aether-moleculen steeds met den verlangden spoed zijn uitgeweken of weggenomen.

11. DOPPLER dacht inderdaad als een emissionist, maar hij drukte zich uit in de termen der undulatie-theorie ; hij had de opwekking en wijze van voortgang der watergolven nagegaan en bemerkte niet welke eischen hij nu aan zijne bewogen geluid- of licht-bron stelde ; zijne golfslagen waren niets anders dan in een bepaald tempo en met gegeven snelheid uitgestooten lichtdeeltjes. Hij schijnt niet eens te hebben bemerkt, dat zijne golfslagen geheel en al door interferentie worden uitgebluscht, zoodra de snelheid van toenadering der bron gelijk aan de halve snelheid van voortplanting der golven wordt. Er ontbrak slechts aan, dat hij nog aan die golfslagen of die voortgeleide trillingen de voortgaande snelheid der trillingsbron op hunnen verderen weg medegaf ; zijne navolgers hebben dit voor hem gedaan, door zijne beide formulen, zoo als ik zoo even aanwees, tot eene enkele te vereenigen.

## § IV.

12. De dertig jaren, die daar achter ons liggen, sints DOPPLER zijne verhandeling in het licht zond, zijn een leerzaam tijdperk in de geschiedenis der wetenschap; zij toonen, hoe eene ondoordacht daarheen geworpen beschouwing, zich beroepende op verwante verschijnselen, die onder geheel bijzondere omstandigheden plaats hebben, der wetenschap de grootste moeijelijkheden kan scheppen en haar zelfs op een dwaalspoor kan leiden. De door DOPPLER opgeworpen vergelijking met watergolven, wier wijze van wording, zoo als ik boven opmerkte, hemelsbreed verschilt van de overdraging eener trilling door eene in staande trilling verkeerende bron op eene onbegrensde omgevende middenstof en wier golfslag een mechanischen schok uitoefent, was de eerste schrede. De onderzoekingen van BUIJS BALLOT *) en anderen, en de uitkomsten daarbij voor het geluid op betrekkelijk kleine afstanden van de bron en juist in de rigting der beweging verkregen, waarbij weder het mechanisch effect van een eigenaardigen golfslag of pulsatie op een begrensd geheel op den voorgrond trad, noopten tot eene tweede niet minder bedenkelijke inductie.

Men beriep zich op verschijnselen, die hemelsbreed verschilden, of men besloot uit het bijzondere tot het algemeene, zonder acht te slaan op de eigenaardige omstandigheden, die bij het onderzoek van het bijzondere optreden. Men besloot kortweg: door de beweging van de trillingsbron wordt, overeenkomstig de formule van DOPPLER, de kleur van het licht en de hoogte van den toon veranderd; en terwijl DOPPLER zich eenvoudig vergenoegde met golfslagen of pulsaties te tellen, zonder er zich verder in te verdiepen of en in hoe verre dit geoorloofd was, stelden nu zoowel zijne voor- als zijne tegenstanders de quaestie van de verandering der periode van trilling bij de overdraging aan de orde.

Men begreep, dat van instantane overdraging der trilling

---

*) *Akustische Versuche auf der niederländischen Eisenbahn, nebst gelegentlichen Bemerkungen zur Theorie des Herrn Prof.* DOPPLER. POGGEND., *Annalen*. B. LXVI, p. 321. 1845.

van de bron op de omgevende middenstof, zooals DOPPLER wilde, dan toch wel geen sprake kon zijn. Om met zijne golfslagen en golven in 't reine te komen wilde men weten, of door de voortgaande beweging der bron de vibratie-tijd van de voortgeleide trilling der middenstof, in overeenstemming met DOPPLER's formule zoude verschillen van die der primaire trilling van de bron. En, om in dezen digter bij het natuurlijk verloop te blijven, verdeelde men die primaire trilling in een oneindig aantal differentiaal-impulsies, door de bron stuk voor stuk, op ieder punt van haren weg één, aan de middenstof mede te deelen. Die allen te zamen, zoo successivelijk overgegaan, traden nu op, in plaats van den enkelen instantanen stoot van DOPPLER. Zoo kreeg DOPPLER's populaire voorstelling wetenschappelijke kleur en substantie; de trilling der bewogen bron werd als ontrold in een oneindig aantal phasen, en het was nu maar de vraag of die phasen zich weder goedschiks tot eene voortgeleide trilling van, volgens DOPPLER's formule, verkorte of verlengde periode lieten oprollen; en DOPPLER's beschouwingen en afdwalingen waren slechts kinderspel bij hetgeen nu ging volgen.

13. Op het punt der kleursverandering eener bewogen lichtbron waren de natuurkundigen gerustgesteld en hadden de strijders als het ware een wapenstilstand gesloten. Reeds BUIJS BALLOT deed opmerken, dat door den oneindigen voorraad van trillingen van geregeld klimmenden duur of golflengte, bij iedere vertraging of versnelling, volgens DOPPLER's formule, die dan toch noodzakelijk alle kleuren gelijktijdig moest treffen, niet wel van eene verandering der kleur van het zamengestelde licht sprake kon zijn. Immers voor iederen straal, die door eene eventuëele verkorting van den afstand zijner golfslagen of beter nog, door eene snellere opvolging daarvan in het oog, aan het violette uiteinde van het spectrum in het domein der onzigtbare stralen overging, moest aan het roode uiteinde een straal van het donkere in het lichtende gedeelte overgaan. Even zoo moest voor iederen straal, die, door verlenging van dien afstand of door tragere opvolging der golfslagen in het oog aan het roode uiteinde in het domein der onzigtbare stralen overging, aan het violette uiteinde een straal uit het don-

kere in het lichtende deel van het spectrum overstappen. En zoo bleef dan voor den waarnemer de kleur van het zamengestelde licht in beide gevallen onveranderd.

Daar ontbrandt echter de strijd in de Weener Akademie van Wetenschappen tusschen PETZVAL *) aan den eenen en VON ETTINGSHAUSEN †) en DOPPLER §) aan den anderen kant, terwijl de vraag omtrent de overdraging der trilling door eene voortbewogen bron op de omgevende middenstof, waarbij men niets met den waarnemer te maken heeft, zuiver werd gesteld. De vraag naar den invloed van de beweging van den waarnemer werd door PETZVAL, als niet behoorende tot het gebied der mechanica, terzijde gesteld. In de rigting, waarin ik hier het problema behandel, is ook mij die bewogen waarnemer totaal onverschillig.

Zien wij nu wat die strijd, die eerst met den dood van DOPPLER eindigde, aan het licht bragt.

VON ETTINGSHAUSEN **) stelt, even goed als ik in § I, op den voorgrond, dat iedere momentane impulsie in eene onbegrensde veêrkrachtige middenstof tal van spontane trillingen opwekt. Die trillingen stellen zich volgens hem te zamen tot bewegings-vormen, op welke de voorstelling eener trilling niet meer past, en die alzoo geene verdere aanleiding geven om over trillingsduur te spreken. Hij beroept zich op het geval der lineaire voortplanting eener beweging en op de door POISSON en OSTROGRADSKY gevonden integralen voor homogene veêr-

---

*) PETZVAL, *Ueber ein allgemeines Princip der Undulationslehre; Gesetz der Erhaltung der Schwingungsdauer.* Sitzungsberichte der K. K. Akademie der Wissenschaften. B. VIII, p. 134. 1852.

PETZVAL, *Ueber die Unzukömmlichkeiten gewisser populärer Anschauungsweisen in der Undulationstheorie. Ibid.* B. VIII, p. 567. 1852.

PETZVAL, *Ueber die Unzukömmlichkeiten gewisser populärer Anschauungsweisen in der Undulationstheorie. Ibid.* B. IX, p. 699. 1852.

†) VON ETTINGSHAUSEN, *Bemerkung zu dem Aufsatze: Ueber ein allgemeines Princip etc. Ibid.* B. VIII, p. 593. 1852.

VON ETTINGSHAUSEN, *Weitere Bemerkungen zu dem Vortrage des Herrn Prof.* PETZVAL, *vom* 15 *Jänner. Ibid.* B. IX, p. 27. 1852.

§) DOPPLER, *Bemerkungen zu dem Aufsatze: Ueber ein allgemeines Princip etc. Ibid.* B. VIII, p. 587. 1852.

DOPPLER. *Bemerkungen über die von Herrn Prof.* PETZVAL *gegen die Richtigkeit meiner Theorie vorgebrachten Einwendungen. Ibid.* B. IX, p. 297. 1852.

**) Zie zijn tweede stukje, p. 29.

krachtige middenstoffen, waarin de voortplanting der beweging in bolvormige golven plaats heeft. In het algemeenste geval, zegt hij, laat zich de sommatie niet verder uitvoeren en alleen de aanwijzing, dat de golven begrensd zijn, is alles wat men vermag.

14. Wanneer uit eenzelfde punt te gelijkertijd verschillende golven van regelmatig klimmende lengten uitgaan, dan zal de over-elkander-legging van al die golven eene lijn vormen, die zeer zeker in eene bepaalde periode afloopt; dit, geloof ik, kan dienen ter toelichting van hetgeen VON ETTINGSHAUSEN bedoelt, wanneer hij eene reeks van trillingen van regelmatig klimmende periode tot een geheel wil zamenstellen.

Maar hij begaat ongetwijfeld eene fout, wanneer hij golven van verschillende lengten zoo maar meent te kunuen sommeeren. Op de eenvoudigheid en de toepasselijkheid hier van het geval der lineaire beweging, laat zich ook vrij wat afdingen; hij bedoelt hier eene strooming der middenstof in massa, waaraan zeer zeker alle moleculen deel nemen, maar zonder relative verplaatsing der moleculen onderling, dan alleen aan de grensvlakken der bewogen massa, waar voorzeker de toestand zoo eenvoudig niet is. Bij trillingen hebben wij te doen met verplaatsingen der moleculen, waarbij juist de relative verplaatsing van twee nevengelegene het hoofdpunt is.

Het beginsel der superpositie van kleinste bewegingen is iets meer dan eene vereenvoudiging van berekening; in de natuur wordt het teruggevonden; alle trillingen, voorgesteld door hare eigene sinusoïden, blijven onafhankelijk van elkander voortbestaan of, hetgeen voor ons hetzelfde is, zij vallen bij den overgang van de eene stof in de andere uit elkander; immers, het was anders niet mogelijk, het zamengestelde zonlicht door breking in zijne verschillende kleuren te ontleden; en niets zoude ons, aan den anderen kant, beletten om een sinusoïdalen, homogenen lichtstraal in eene gansche reeks van kleuren op te lossen.

15. Wat nu, ook volgens VON ETTINGSHAUSEN, geldt voor eene enkele initiale impulsie, zal dan toch ook nog waar blijven voor iedere elementaire impulsie, uit die oneindige reeks, waarin zoowel VON ETTINGSHAUSEN als PETZVAL zich de inwer-

king der voortbewogen trillings-bron op de middenstof ontleed denken. Iedere van deze differentiaal-impulsies kan aanleiding geven tot de ontwikkeling van eene of meer trillingen, zeer zeker van kleine amplitudo, die geheel onafhankelijk van elkander worden voortgeplant. Het gaat niet aan, om voor deze reeks van kleine impulsies niet aan te nemen, wat men voor die enkele initiale impulsie als waarheid stelt; en dit toch is werkelijk de fout, waarin èn PETZVAL èn VON ETTINGSHAUSEN vervielen.

Zoo als ik boven deed opmerken, genoemde geleerden zagen beiden zeer goed in, dat men met den momentanen overgang der trilling van DOPPLER niet wel voort kon. PETZVAL's eerste bezwaar tegen DOPPLER's redeneering bestond dan ook in de plotselinge mededeeling eener golvende beweging aan de middenstof, die met de staande trilling zamenstemde. Hij stelde daarvoor de door hem veredeld genoemde theorie in de plaats, waarbij iedere trilling der primaire bron, ten behoeve van haren overgang op de middenstof, verdeeld wordt in zoovele impulsies als er phasen zijn, dat is in een oneindig aantal; en VON ETTINGSHAUSEN stemde gereedelijk daarin toe. Maar PETZVAL beging hierbij nu die schromelijke fout, om die elementaire impulsies in haar geheel in de middenstof te laten voortgaan, zonder ze in trillingen te laten stuk vallen. Het resultaat zijner formulen liet zich daardoor reeds voorzien; bij de voortgaande beweging der trillings-bron moest hij die impulsies dan ergens op een in de rigting der voortbeweging gelegen molecuul eenvoudig in korter periode zamengedrongen weêrvinden. Hij vindt voor zulk een molecuul eene trilling van juist zooveel korteren duur als DOPPLER wilde, omdat hij den grond daarvoor reeds vooraf had gelegd. Voor een molecuul aan den anderen kant, dat is achter de trillings-bron, gelegen gaat het hem niet beter; ook daarvoor vindt hij de trilling natuurlijk integraal overgedragen en juist zooveel verlengd in periode als DOPPLER wilde. VON ETTINGSHAUSEN kon dus niet beter verlangen en stemt met die uitkomst volgaarne in; hij laat nu al die vibraties van verschillende golflengten, die uit eene enkele impulsie ontstaan, met haar zonderling sommatie-resultaat van boven, in eens op haar beloop, om met die gelukkige uitkomst van PETZVAL mede te gaan.

16. PETZVAL's tweede tegenwerping was, dat DOPPLER stilzwijgend aanneemt, dat de middenstof niet in staat is om aan de beweging der bron deel te nemen. Daar PETZVAL doorgaande als trillings-bron eene bron van toon neemt, spreekt hij ook hier bepaald van zulk eene toon-bron. Zeer zeker moet men voor het geluid aannemen, dat de lucht geheel of gedeeltelijk, althans in de nabijheid der bron, in de voortgaande beweging wordt medegesleept. Wat echter het licht betreft, mag en moet men tegenwoordig toch wel aannemen, dat de middenstof, die de bron omgeeft en trillingen opneemt en voortleidt, in rust blijft. In zijne eerste verhandeling nu toonde PETZVAL op klaar analytische wijze aan, dat eene golvende beweging over eene voortgaande kan worden gelegd, dat is dus, dat de golvingen, door de trillings-bron in eene gelijkmatig met haar voortbewogen middenstof opgewekt, dezelfde lengte hebben alsof beiden èn bron èn middenstof in rust waren; hij noemt dit in het algemeen *het beginsel van het behoud van den trillings-duur*. Ook dit werd volkomen door VON ETTINGSHAUSEN toegegeven. Dat vertoog en die tegenwerping misten hun doel, omdat immers juist de medebeweging der middenstof over de groote moeijelijkheid van de overdraging der trilling door eene relatief bewogen bron liet heenstappen en ten anderen omdat, de middenstof moge dan al mede bewogen worden of niet, bij DOPPLER's waarnemer, dat is aan den eindpaal, immer weder het volgens zijne formule vermeerderd of verminderd aantal golfslagen in denzelfden tijd aankomt. Eene onveranderde golflengte in eene met de trillings-bron naar den waarnemer mede bewogen middenstof zal aan DOPPLER dezelfde dienst bewijzen als eene verkorte golflengte in de rustende middenstof, die hem door PETZVAL geleverd werd, of eene voortbewogen trillings-bron, die hare opvolgende onverkorte golvingen steeds digter en digter bij den eindpaal uitstoot, dien hij zelf zich schiep.

17. Eindelijk behandelt PETZVAL in de derde verhandeling de onderscheiding door zijne tegenpartij tusschen objectief en subjectief, door de invoering van den waarnemer, gemaakt. Maar ook hierin miste hij ongelukkig zijn doel; want zijne opvatting dezer onderscheiding verschilt van hetgeen de beide

andere geleerden daaronder moeten verstaan. Hij verstaat onder subjectief, wat men gewoonlijk daarmede wil gezegd hebben: een waarnemer namelijk, die aan de waargenomen verschijnselen, ten gevolge van een eigenaardigen toestand van hem zelven of van zijn orgaan, eene andere duiding geeft dan zij inderdaad bezitten, levert subjective resultaten, die de ware objective beteekenis missen. Wat betreft DOPPLER's redeneering: stel voor den waarnemer een paal in de plaats en het zal hem onverschillig zijn; het subject waarnemer is voor hem niets anders dan het mikpunt of eindpunt waarheen zijne golfslagen met versnelden of vertraagden pas voortgaan; zijne redeneering heeft dus een volkomen objectiven zin.

Inderdaad de analyse van PETZVAL miste haar doel: de resultaten der door hem veredelde theorie van DOPPLER stemmen, wanneer ik ze goed begrijp, volkomen met DOPPLER's beschouwing; de afwijkingen, waarop PETZVAL nog wijst, zijn toch voor de gewone toestanden van ondergeschikt belang en bestaan meer in naam dan inderdaad. Van het oogenblik af dat PETZVAL de elementaire impulsies, aan de middenstof door de voortbewogen bron medegedeeld, als zoodanig onveranderd laat voortbestaan en alleen achteruit of vooruit voortgaan, zonder ze allen individuëel in trillingen op te lossen, is hij in de strikken verward en reddeloos verloren. Had hij zich voor een oogenblik met zijn lichtstraal eens buiten de rigting der beweging van de bron gewaagd of over de oorzaak nagedacht, welke die vlot geworden impulsies moest voortdrijven, misschien had hij dan zijn misslag nog ingezien.

Wat betreft zijne beide andere tegenwerpingen, die vermogten niets tegen DOPPLER's beschouwing. Hoogst merkwaardig zijn dan ook de woorden, waarmede PETZVAL zijne laatste verhandeling eindigt:

„Wenn auch bei dem gegenwärtigen Stande dieser Streitfrage der Einflusa der progressiven Bewegung einer Ton- oder Licht-quelle auf die schwingende Bewegung als noch nicht vollständig erörtert zu betrachten ist, so ist es doch ganz gewiss nicht derjenige, dem Masse nach, und auch der Ordnung der Wirkungen nach, zu dem es gehört, den die DOPPLER'sche Theorie angiebt."

Juist van hetgeen PETZVAL in de drie laatste regels zegt, wil het duidelijke bewijs in zijne verhandelingen mij niet klaar worden; dit is dus eerder eene loutere stelling dan eene bewezene waarheid; en hetgeen voorafgaat is de volledige bekentenis, dat hij niet in staat was, om van het door hem ingenomen standpunt zijne tegenpartij met gelukkig gevolg te bestrijden. Hij had zich, zonder er aan te denken, op het standpunt zijner tegenpartij geplaatst; daarom werd hem zulk eene bestrijding ondoenlijk; waar DOPPLER slechts met het vage begrip van golfslagen schermde en nog ruimte overliet om den vibratie-tijd der moleculen zelfs nog ongeschonden te bewaren, was PETZVAL langs analytischen weg tot de verkorting of verlenging van dien vibratie-tijd gekomen en had daardoor de zaak nog veel erger gemaakt. Het geheele citaat ademt duidelijk eene verdrietelijkheid, die zeer goed te begrijpen is. VON ETTINGSHAUSEN was hem in zekeren zin te slim geweest en had hem op zijne eigene analytische onderzoekingen gevat.

## § V.

18. De fout van PETZVAL schuilt in de analytische behandeling, in zijne tweede verhandeling op bl. 583, onder den aanhef; Erstens, Zweitens en Drittens, en in zijne derde verhandeling op bl. 712, waar hij over het hoofd ziet, dat iedere medegedeelde impulsie of verplaatsing op elk punt van haren weg zich zoowel achteruit als vooruit zal voortplanten, terwijl hij tot het resultaat komt, dat dit alleen voor het punt van uitgang geldt. Zoodra de verplaatsing de deeltjes, waarin zij op het oogenblik huist, gaat verlaten, gaat zij zoowel naar achteren als naar voren; want zij is daar weêr onder geheel dezelfde omstandigheden, als toen zij zich op het eerst getroffen deeltje bevond.

PETZVAL vangt aan met te spreken over eene eenvoudige op zich zelf staande verschuiving der in of nabij eene platte vlakte gelegen deeltjes, die uit hunne plaats werden gedreven; hij substituëert daarvoor in eens eene vlakke golf, die geen dal schijnt te bezitten, en legt later aan die verschuiving geheel willekeurig de snelheid van voortplanting der golf toe.

In zijne derde verhandeling vindt hij bijv. zoo, dat wanneer de verschuiving zich uit een enkel deeltje voortplant, deze in de rigting der as van $x$, voor den tijd $t$ en op den afstand $r$ van dat eerste deeltje, zijn zal:

$$\xi = \frac{1}{r} f(r - st) + \frac{1}{r} \mathrm{F}(r + st);$$

waarin $s$ de snelheid van voortplanting der golven is en waarin $f(u)$ en $\mathrm{F}(u)$ twee functies zijn, die ondersteld worden alleen tusschen zeer enge grenzen $+\epsilon$ en $-\epsilon$ voor $u$ eene merkbare waarde te hebben; immers de oorspronkelijke verschuiving voor den tijd $t = 0$ had alleen voor waarden van $r$, die zeer weinig van nul verschilden, dat is voor punten, die zeer nabij het middenpunt gelegen waren, een merkbaar bedrag.

Even zoo vindt hij, voor het geval dat de impulsie uit eene platte vlakte uitgaat, voor de in de rigting der normaal op deze vlakte voortgeleide verplaatsing:

$$\xi = f(x - st) + \mathrm{F}(x + st);$$

waarin weder aan beide functies $f(u)$ en $\mathrm{F}(u)$ alleen voor kleine positive en negative waarden van $u$ eene merkbare waarde wordt toegelegd.

Hier hebben wij nu den oorsprong der misvatting van PETZVAL duidelijk voor oogen: hij neemt aan, dat, door de beperking der oorspronkelijke verplaatsing tusschen enge grenzen, $f(u)$ en $\mathrm{F}(u)$ ieder afzonderlijk nul worden, zoodra $u$ eene merkbare positive of negative waarde verkrijgt; terwijl die initiaal-toestand hem alleen geregtigt om dit voor de som $f(u) + \mathrm{F}(u)$ aan te nemen. Hij maakt van die verplaatsing eene golf zonder dal. Uit zulke praemissen kunnen wij dus geen besluit verkrijgen, dat met de natuur overeenkomstig is. Gaat men $f(u) + \mathrm{F}(u) = 0$ stellen, altijd voor kleine waarden van $u$ dan zal men op de normaal een geheel anderen toestand van verplaatsing verkrijgen dan PETZVAL.

19. Volgen wij hem nu nog op den voet voor de eigenlijke vlakke golf, dat is voor het geval dat de trillings-bron kan worden voorgesteld door eene platte vlakte van trillende deeltjes, die zich in de rigting harer normaal met de snelheid $c$ voortbeweegt; zij $\theta$ nog de voortloopende tijd.

De bron deelt op ieder punt van haren weg nieuwe uitwijkingen of verschuivingen aan de deeltjes der middenstof mede, die dan onveranderd voortgaan. Voor eenig deeltje dezer middenstof, dat in de normaal op den afstand $x$ van de initiale stelling van het vlak gelegen is, kan de resulteerende verschuiving $\xi$ op het oogenblik $t$ gevonden worden door de integralen:

$$\xi = \int_0^t f(x - c\theta - s(t-\theta))\,d\theta + \int_0^t \mathrm{F}(x - c\theta + s(t-\theta))\,d\theta.$$

Maar de bron zelve, of liever hare deeltjes, die de verschuivingen mededeelen, zijn in trilling; daar dan de impulsies, op het oogenblik $\theta$ en gedurende den tijd $d\theta$ door deze primair trillende deeltjes uitgeoefend, worden voorgesteld door $\sin k\theta\, d\theta$ zijn ook de aan de omgevende middenstof medegedeelde verplaatsingen of uitwijkingen hieraan evenredig.

Dus wordt:

$$\xi = \int_0^t f(x - c\theta - s(t-\theta)) \sin k\theta\, d\theta + \int_0^t \mathrm{F}(x - c\theta + s(t-\theta)) \sin k\theta\, d\theta.$$

Nn is alles gevonden; de veranderlijke in deze integralen wordt verwisseld, bijv. in de eerste door

$x - c\theta - s(t-\theta) = u$ te stellen; dan wordt:

$$\theta = \frac{u - x + st}{s - c},\ d\theta = \frac{du}{s-c} \text{ en } \sin k\theta\, d\theta = \sin k\frac{u - x + st}{s-c}\,\frac{du}{s-c}$$

Nu heeft $f(u)$ alleen eene merkbare waarde tusschen de grenzen $+\varepsilon$ en $-\varepsilon$; dus kan, in de uitdrukking met het sinusteeken, in den teller $u$ tegenover $st - x$ worden verwaarloosd; en $\sin k\frac{st-x}{s-c}$ komt buiten het integraalteeken. De eerste der beide integralen wordt dan:

$$\frac{1}{s-c} \sin \frac{k}{s-c}(st - x) \int_{-\varepsilon}^{+} f(u)\,du;$$

de waarde der bepaalde integraal is eene constante grootheid C: en dus het eind-resultaat:

$$\frac{C}{s-c} \sin \frac{k}{s-c}(st-x).$$

Op dezelfde wijze wordt de waarde van de tweede integraal gevonden te zijn:

$$\frac{C}{s+c} \sin \frac{k}{s+c}(st+x);$$ en dus:

$$\xi = \frac{C}{s-c} \sin \frac{k}{s-c}(st-x) - \frac{C}{s+c} \sin \frac{k}{s+c}(st+x).$$

Zietdaar nu de uitkomst: twee vibraties aan de middenstof medegedeeld, de eene met eene verkorte en de andere met eene verlengde trillings-periode — dat is juist zoo als DOPPLER's beschouwing verlangde, om in een wetenschappelijk kleed te worden gestoken — en waarvan de eerste zich behoorlijk vooruit en de tweede zich naar achteren voortplant; inderdaad wordt zoo de periodiciteit van de trilling der bron zeer kunstig en behoorlijk gewijzigd, op de omgevende middenstof overgedragen!

Voor mij heeft echter deze uitkomst om de opgegeven redenen geene waarde.

## § VI.

20. Onopgemerkt schijnt in het eerst voor vele natuurkundigen deze strijd te zijn voorbijgegaan; door het in art. 13 vermelde waren zij gerustgesteld aangaande de kleursverandering der sterren; op de proeven van BUIJS BALLOT en anderen, voor zoo ver het geluid aangaat, beriepen zij zich ten bewijze der deugdelijkheid van DOPPLER's beschouwing; zij voegden nieuwe proeven daaraan toe; en velen leefden voort in eene schromelijke begripsverwarring van trilling, golf en golfslag en waren gelukkig met de nieuwe waarheid. Zoo stond de zaak; zeker de numerieke meerderheid hield DOPPLER's beschouwing voor bewezen en de we-

tenschap, eenmaal op een dwaalweg, was rijp om golfslag en schijnbaren of waren afstand der golfslagen te verwisselen met vibratie en normale golf-lengte. En ziet, te kwader ure hiervoor duikt de spectraal-analyse op en men is gereed met het besluit dat, de kleur van het resulteerende zamengestelde licht moge al onveranderd blijven, dan toch de FRAUNHOFER'sche strepen, of wel haar parallel verschijnsel, dat is de lichtende strepen, door de beweging van bron of prisma, in het spectrum konden worden verschoven. Immers, ging DOPPLER's beschouwing door, dan moest b. v. de geele streep D door die beweging zich een weinig groener of een weinig rooder aan den waarnemer vertoonen en dus voor ons naar groen of rood verschoven zijn. Dit had nog zin, met het begrip van versnelden of vertraagden golfslag, zoolang men zich bepaalde bij de perceptie van kleur en deze afhankelijk stelde van de frequentie der golfslagen, die het oog treffen. Maar nu maakte men ondoordacht den sprong; voor dien waarnemer, of liever het oog, stelde men het prisma in de plaats. Door de beweging van de lichtbron, om ons hier nu alleen maar bij te bepalen, liet men de breking van den lichtstraal veranderen. Deze verandering eischt eene wijziging van den vibratie-tijd der moleculen in den aankomenden straal en van de bijbehoorende normale golflengte, daar is men het wel over eens; en juist deze beiden, beweer ik, liet zelfs DOPPLER onveranderd. Aan den lezer laat ik nu over, te beslissen, in hoe verre juist de tusschen PETZVAL en VON ETTINGSHAUSEN gevoerde strijd kan hebben medegewerkt om de dwaling in het leven te roepen.

Nog duidelijker wil ik mij uitdrukken; ik vrees te zeer om slecht te worden verstaan. Een geele lichtstraal moge al door den vertraagden golfslag, ten gevolge van het terugtrekken der bron, voor het oog naar het rood overgaan, toch zal hij met hetzelfde prisma als roode straal nog denzelfden index van refractie, dus dezelfde deflectie, hebben, dien hij als geele straal bij onbewogen licht-bron bezat, wanneer de vibratie-tijd zijner moleculen en de eigenlijke golflengte op den straal onveranderd dezelfde is gebleven; dit staat ontwijfelbaar vast. Zelfs DOPPLER zoude, wat betreft de onveranderlijkheid der breking, nog met mij hebben ingestemd, hoewel ons standpunt zeer ver-

schillend is; zijne navolgers eerst voerden de veranderlijkheid der breking in. Straks zal het blijken, hoe ik de voorwaarde voor die onveranderlijkheid handhaaf, wanneer ik eerst mijn historisch overzigt heb afgewerkt.

21. Weinig baatte het of ANGSTRÖM *) al heen wees op de electrische vonk en zijne negative resultaten vermeldde omtrent de verplaatsing der lichtende strepen in het spectrum, die hij niettegenstaande de groote snelheid der deeltjes, die van beide polen in tegengestelde rigting worden voortgestooten, steeds op dezelfde plaats zag. Weinig baatte het dat PETZVAL nog met dezelfde verdrietelijkheid, waarmede hij zijne derde verhandeling sloot, dit negative resultaat van ANGSTRÖM in de Weener Academie †) ter sprake bragt, als experimenteel bewijs tegen DOPPLER's beschouwing, of liever als bewijs tegen den veranderden vibratie-duur. Hun gering succes kwam daar van daan, dat zij zelven niet duidelijk het onderscheid inzagen, dat tusschen kleursverandering voor het oog, zoo als DOPPLER die wilde, en veranderde afwijking door het prisma, waarvan nu sprake was, bestaan kon. Zij zagen geen specifiek onderscheid meer tusschen versnelden of vertraagden golfslag, die de eerste mogelijk kon voortbrengen, en veranderden vibratie-tijd van het invallende licht, die voor de laatste een eerste vereischte was. PETZVAL en VON ETTINGSHAUSEN hadden immers beiden identisch gemaakt; en bovenal PETZVAL was reeds te ver gegaan en was niet bij magte geweest om aan te toonen, dat die vibratie-tijd der moleculen van den aether, bij beweging der bron, onveranderd bleef; en de populaire redeneering van DOPPLER viel immers onder het bereik van iedereen. Men ging, om zoo te spreken, door op verschijnselen, die men voor het geluid genoegzaam bewezen achtte en voor wier verklaring van DOPPLER's standpunt eene versnelling van den golfslag voldoende was; en men besloot daaruit tot verschijnselen bij de breking van het licht, die alleen van den trillings-duur der aether-deeltjes afhankelijk zijn. Ik zoude zelfs vermoeden, hoe

---

*) *Optische Untersuchungen.* POGGEND., *Ann.* B. XCIV, p. 141. 1855.

†) ANGSTRÖM's *Untersuchungen über das Spectrum des electrischen Funkens in Beziehung auf die Farbe der Doppelsterne.* Sitzungsberichte der K K. Akademie der Wissenschaften, B. XVI, p. 521. 1860.

vreemd het ook schijnt, dat deze proeven van ANGSTRÖM voor velen juist de eerste aanleiding geweest zijn om, in hun onwrikbaar vertrouwen op DOPPLER's beschouwing, de verplaatsing der strepen in het spectrum te gaan verdedigen.

22. In MACH *) vinden wij alweder een ijverig aanhanger en verdediger van DOPPLER; hier zijn het weder de explosies, die op den voorgrond worden gesteld en de analyse van PETZVAL wordt ook als eene strengere en elegantere wijze van afleiding opgevat, die overigens, wat aangaat de golflengte, tot hetzelfde resultaat heeft geleid †). MACH verdedigt DOPPLER's beschouwing weêr voor het geluid; er kunnen, zegt hij, zoo als bij eene sirene met ver uit elkander staande openingen en bij het getande rad van SAVART, ten minste explosie-toonen zijn. Op de sirene kom ik straks nog terug; het is volkomen waar, dat hier met de explosies voortgeleide trillingen in de lucht worden opgewekt; maar de perioden dezer trillingen staan waarschijnlijk, althans in de sirene van SEEBECK, in geen verband met de hoogte van den waargenomen toon; en eene in staande trilling verkeerende bron van geluid of licht veroorzaakt in het algemeen zulke explosies niet. Men ziet, MACH hecht in de eerste plaats aan het grond-denkbeeld van DOPPLER, aan pulsaties door de bron op opvolgende punten aan de middenstof medegedeeld; het is immer de versnelde golfslag van golven, die zeer wel over elkander heen kunnen zijn gelegd.

Verder dezelfde overgang, ook wat betreft de formulen, van de explosies op de phasen en op de voortgeleide trilling, zoo als blijkt uit het volgende: „Pflanzen sich aber die eine Welle zusammensetzende Elementarwellen mit gleicher Geschwindigkeit fort und ohne sich zu stören, wie man das wohl annimmt, so gelten dann diese Formeln (von DOPPLER) für jede Wellenform, da die Tonhöhe nur durch den Abstand zweier entsprechender übrigens ganz beliebiger Phasen bestimmt ist, welche Phasen man dann immerhin als momentan oder als Explosion fassen kann" §). Onder golf wordt hier blijkbaar het zamengesteld resultaat verstaan van de elementaire trillingen van duizende deeltjes, dat wij liever golfslag

*) POGGEND., *Annalen*, B. CXII, p. 58. 1861.
†) l. c. p. 59.
§) l. c. p. 61.

noemen; niemand zal hem betwisten, dat die golfslag uit eene explosief werkende en voortbewogen bron geboren, in den voortgang van deze deelt; immers dit wordt door de watergolvingen, wanneer de wind-stoot voortschrijdt, zoo duidelijk geleerd. Laten wij voor het geluid dien golfslag verdigtings- of verdunnings-stoot noemen, dan zouden zulke stooten, gedragen door de vibraties der deeltjes, onverdeeld kunnen worden voortgeleid en hunne snelheid van voortgang werd gelijk aan de snelheid van de golf vermeerderd met die der bron. Is dan een geschikt afgegrensd geheel voorhanden — en zoo beschouwen wij nu eens ook het oor — dan zal daarin door de opvolgende stooten eene trilling worden opgewekt, wier hoogte door hunne frequentie worden geregeld.

Al de proeven waarop MACH en anderen zich beroepen tot verdediging van DOPPLER'S wijze van beschouwen, waarvan ik er eene zoo aanstonds nader zal behandelen, vallen onder dezelfde rubriek van de inwerking van op de wijze eener explosie aan de lucht medegedeelde verdigtings- of verdunnings-stooten, die als sommatie-verschijnsel door trillingen van vaak onbekenden duur, eene wijle onverdeeld worden voortgeleid. De waargenomen toon wordt daarbij veranderd; maar de verplaatsing der bron van explosie heeft daarom nog niet de golflengte van die voortleidende elementaire trillingen, die mogelijk zelfs in geen het minste verband staan met de trillingen van het toongevend instrument, volgens DOPPLER'S wet verkort. Och neen: die verdigtings- en verdunnings-stooten hebben in het oor eenvoudig eene hoogere trilling gewekt dan het instrument geeft, alleen door hun versneld tempo. Men ziet, welk eene diepe klove de proeven, waarop men zich beroept, scheidt van de rustige overdraging der trilling door de bron, van molecuul tot molecuul, waarbij dan door de beweging de periode zoude moeten worden veranderd.

Boven in art. 11, heb ik reeds gezegd dat DOPPLER'S navolgers aan de door de bron eenmaal uitgestooten trilling nog de snelheid der bron op haren verderen weg medegaven, waarvoor zeker mijne nuchtere voorstelling van zoo even wel geen grond zal geven. MACH *) wil den schijnbaar verkorten tril-

*) l. c. p. 60.

lingsduur in formule voorstellen en begaat dezelfde fout. Hij geeft $\tau' = \tau \frac{\gamma - k}{\gamma - c}$, waarin $\tau$ en $\tau'$ waren en schijnbaren trillingsduur, en $\gamma$, $k$ en $c$ de snelheden van het geluid, van de bron en van den waarnemer, alle drie in denzelfden zin geteld, voorstellen.

Wij laten aan MACH de mogelijkheid tot opwekking van eene hoogere staande trilling dan zijn tongwerk, sirene of soortgelijk instrument uitvoert, in een daarvoor geschikt afgegrensd geheel — het oor en iederen resonator — door het eenvoudig mechanisch effect van opvolgende versneld aankomende verdigtings- of verdunnings-stooten, bijv. tegen het trommelvlies. Maar wij ontkennen elken anderen zamenhang tusschen dit resultaat en den trillingsduur der bron, die verder reikt dan dat deze laatste den rythmus der voortgestooten verdigtingen en verdunningen mede aangeeft. Wij zien zelfs geen noodzakelijk verband meer tusschen de golflengte van de staande trilling der bron en die der trillingen, welke bij zijne proeven de stooten tot het oor onverbrokkeld voortdroegen. Wij verbinden ons niet om de golflengte eener voortgeleide trilling ten allen tijde te bepalen door den afstand van twee opvolgende correspondeerende phasen op den straal, maar houden ons daarvoor aan de eenvoudige bepaling van een berg en een dal te zamen genomen voor eene enkele afloopende vibratie. Wij verwijzen MACH op het verloopen van iedere explosie in eene vibratie, en in plaats van eene enkele vibratie stellen wij er velen met verschillende perioden. Wij ontkennen eindelijk de mogelijkheid der stabile voortleiding van eenvoudige elementaire impulsies, verplaatsingen of phasen en hare resumtie tot eene veranderde trilling in eene onbegrensde middenstof.

Zijne proeven reiken ook niet verder: door zijn pijpje, een klein tongwerk, worden op verschillende afstanden van het oor en op oogenblikken, die door de trilling der tong geregeld worden, betrekkelijk groote massa's lucht uitgestooten of ingelaten, waarin, ook door de medewerking der tong, allerlei trillingen gewekt worden; vandaar opvolgende verdigtingen of verdunningen, die door deze trillingen nog als een geheel tot het oor worden voortgedragen en hierin door haar mechanisch effect eene

staande trilling opwekken, wier periode door die oogenblikken van grootste uit- en inlating en door de momentaneele afstanden van het pijpje tot het oor wordt geregeld. Men ziet duidelijk in, dat hier de perioden der trillingen, welke de verdigtingen en verdunningen naar het oor voortleiden, geheel onverschillig zijn voor het resultaat, zoolang de interferentie maar niet hindert, omdat immers alleen de eerste sommatieslag op het oor in rekening komt. Voor de verandering der golflengte van de primaire trilling der bron bij haren overgang op de middenstof bewijzen deze proeven dus alzoo letterlijk niets. Zij hebben daarom ook niets uit te staan met de analytische onderzoekingen van PETZVAL en VON ETTINGSHAUSEN.

Ik zoude mij lang bedacht hebben eer ik een gezegde als het volgende neêrschreef *): „Es wird ausserdem gut seyn zu bemerken, dass das Princip (der Erhaltung der Schwingungsdauer von PETZVAL) von der Schwingungsdauer eines und desselben Theilchen spricht, während Auge und Ohr, im Zustande der Bewegung, ihre Phasen in jedem Augenblicke von einem andern Theilchen empfangen." Want ik weet niet te zeggen, of dit, voor het oor bijv., wel precies zoo plaats heeft.

De zoo even besproken onderzoekingen van ANGSTRÖM vallen buiten de grenzen van DOPPLER's explosie-theorie, omdat daarbij sprake is van de geleidelijke overdraging eener staande trilling. MACH had ze kunnen laten rusten, omdat zijne proeven, die alleen betrekking hebben op eene eigenaardige opwekking van staande trilling in een begrensd geheel, toch wel niets te maken hebben met de overdraging eener trilling op eene onbegrensde middenstof. Aan de onderscheiding door MACH tusschen voortgang der gloeijende deeltjes en voortgang der gloeijing gehecht kan ik geen gewigt toekennen; en zijn argument tegen de groote snelheid der deeltjes uit hunne wegvoering door de lucht geput †), gaat niet op, omdat ANGSTRÖM §) wel degelijk zegt, dat de deeltjes in verticale rigting worden voortgeslingerd, hetgeen geheel iets anders beteekent dan door

*) l. c. p. 61.

†) l. c. p. 64.

§) POGGEND., *Annalen*, B. XCIV, p. 188, art. 14.

een verwarmden luchtstroom naar boven te worden gedreven.

Omtrent de toepassing van DOPPLER's beschouwing op de spectraal-analyse van den hemel koestert MACH de schoonste verwachtingen.

In zijne verhandeling lees ik: „In einer folgenden Arbeit wollen wir den Einfluss der Geschwindigkeit der progressiven Bewegung und Dichteveränderung des Mittels auf die Tonhöhe genauer untersuchen *)." En verder †): „Deshalb wird wahrscheinlich auch das obige Rechnungsresultat (zijne formule van daar straks) bei geringen Geschwindigkeiten durch den Einfluss der progressiven Bewegung nicht bedeutend afficirt (anders ist es natürlich bei einer sehr schnellen Bewegung). Wir nehmen uns übrigens vor, diese Deduction, welche wir blos angedeutet haben und die eigentlich von der Integration einer partiellen Differentialgleichung abhängt, unter erleichternden Voraussetzungen nächstens mathematisch durch zu führen (ein Problem welches in seiner allgemeinsten Form mit sehr bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist)."

En dit alles naar aanleiding van DOPPLER's voorstellingen en van eene eigenaardige zeer ligt verklaarbare opwekking van staande geluidstrillingen in een afgegrensd geheel; bijna had ik gevraagd of zulks de moeite wel waard was.

Het is ligt te begrijpen, dat ik de hier beloofde verhandelingen met belangstelling zoude hebben gelezen; maar ik heb ze niet kunnen vinden en ik geloof niet dat zij het gewenschte resultaat zouden hebben geleverd.

23. Eene volgende verhandeling van MACH §), waarover ik nog spreken wil, is een strijdschrift tegen PETZVAL; het is altijd dezelfde wijze van verdediging van dezelfde voorstelling.

Maar daarenboven vonden wij hier eene zonderlinge dwaling; boven vermeldde ik reeds de formule van MACH en deze wordt hier nu toegepast. In art. 2 zegt MACH **): „PETZVAL meint in seiner mathematischen Deduction die relative Bewegung von Wellenquelle

---

*) l. c. p. 59.

†) l. c. p. 63.

§) POGGEND., *Annalen*. B. CXVI, p. 338. 1862.

**)

und Beobachter durch eine Strömung des Mediums ersetzen zu können, was aber unstatthaft ist." En verder: „Es ist offenbar gleichgültig, ob von der Quelle A zum Beobachter B eine Strömung von der Geschwindigkeit $c$ geht oder ob A und B sich gleichzeitig beide mit der Geschwindigkeit $c$ in entgegengesetzter Richtung bewegen, während das Medium ruht." Nu stelt hij $k = c$ in de formule en vindt natuurlijk $\tau' = \tau$. Dan vervolgt hij: „So erhalten wir $\tau = \tau'$, d.h. die Tonhöhe wird nicht geändert, wenn Quelle und Beobachter sich mit gleicher Geschwindigkeit nach gleicher Richtung bewegen, oder wenn in entgegengesetzter Richtung das Medium strömt." Hier komt nu op eene eigenaardige manier het verschil der voorstellingen van MACH en DOPPLER voor den dag; MACH heeft aan de eenmaal uitgestooten pulsatie of trilling de snelheid der bron medegegeven en dus hetzelfde gedaan alsof hij aan de tusschen A en B gelegen middenstof de snelheid van A had toegedeeld; DOPPLER deed dit niet; en toch vallen voor gelijke snelheid van A en B beider resultaten zamen, omdat het verschil zich dan oplost in een verschil van golflengte en niet in een verschil van schijnbaren trillings-duur. Maar daarom kan juist MACH voor zijne formule eene beweging van A en B met gelijke snelheid niet door eene strooming in tegengestelden zin opwegen; eene eenvoudige strooming zal wel degelijk, zoo als ik boven reeds opmerkte, art. 16, de door de middenstof opgenomen golven sneller overvoeren en in sneller rythmus voor den waarnemer laten opvolgen. MACH is te vrij met de formulen van DOPPLER omgegaan en is, in zijne beschouwing, om PETZVAL te wederleggen, zijn meester voorbijgestreefd.

MACH *) beroept zich in deze verhandeling op de proeven van FIZEAU, waaruit bleek, dat de beweging van glaszuilen, met de aarde mede, de draaijing van het vlak van polarisatie van den door haar gebroken straal deed toenemen †).

Deze proeven vormen de aanvulling van de vroeger bedoelde

---

*) l. c. p. 386.

†) *Comptes Rendus*, T. XLIX, p. 717. 1859. Zie FAYE. *C. R.* T. XLIX, p. 870 en 993, en *C. R.* T. L, p. 121, 1860. Verder POGGEND., *Annalen*. B. CIX, p. 162, en TESSAN, *C. R.* T. XLIX, p. 980 en T. L, p. 78.

proeven *) met bewogen water en bewijzen nu voor de vaste ligchamen hetgeen daar voor vloeistoffen werd aangetoond, dat namelijk de aether in den zin der onderstelling van FRESNEL door de stof wordt medegevoerd. Wat men nu daaruit moge afleiden, zeer zeker toch wel niet, dat de afwijking van den doorgelaten straal door de beweging der aarde wordt veranderd.

De proef, met de interferentie spiegels van FRESNEL, die MACH vervolgens voorstelt, moet, dunkt mij, volgens de eigene theorie van DOPPLER geen resultaten laten verwachten, daar waarnemer en spiegels gelijke snelheid bezitten en dus de eene beweging de andere compenseert. Geeft zij dus geen resultaat, dan doet dit in zoo verre niets af.

Dan volgt echter eene argumentatie als deze: „An einem bewegten Körper wird nicht nur die Richtung der Reflexion eine andere, sondern auch die Wellenlänge wird geändert, wie dies auch bei den bekannten Eisenbahnversuchen beobachtet wurde." Ik vermoed dat hieronder verstaan worden de boven reeds vermelde bekende proeven van BUIJS BALLOT; dan moet ik echter verklaren, niet te begrijpen hoe uit de daarbij of door den rustenden of door den voortbewogen waarnemer bemerkte verhooging van toon, tot eene verkorting der golflengte in de lucht kan worden besloten. Een verschijnsel, dat zoo eenvoudig verklaard wordt uit het versneld aanslaan van opvolgende verdigtingsstooten op een afgegrensd geheel, mag ik zulk eene diep ingrijpende bewijskracht omtrent eene zoo gewigtige quaestie der golfleer niet toeleggen.

In een later stukje †) beschrijft MACH een toestel met metalen cylinders, die eene voorstelling moet geven van de voortleiding van eenen stoot. Dit schijnt voldoende aan te toonen, dat ook hij nog uitgaat van het denkbeeld, dat eene impulsie, een stoot, op zich zelf in eene veêrkrachtige onbegrensde middenstof kan voortwandelen, terwijl de verdigtings- of verdun-

---

*) *Comptes Rendus*. T. XXXIII, p. 349, 1851, en POGGEND. *Annalen*. Ergänzungsband III, p. 457. 1853.

†) CARL, *Repertorium der Physik*. B. III, p. 324 en *Fortschritte der Physik* B. XXIV, p. 237. Berlin, 1872.

nings-stoot in de lucht, waarvan men zoo gaarne spreekt, altijd, wánneer en wáár ook, slechts eene verkorte uitdrukking is voor een sommatie-verschijnsel — voor den golfslag dan — dat uit de trillingen van duizenden bij duizenden van deeltjes geboren wordt, die niet eens voor allen dezelfde golflengte behoeven te hebben; zijn deze golflengten inderdaad verschillend of wel zijn de deeltjes gelijktijdig aan trillingen van verschillenden duur onderhevig, dan valt die stoot, reeds bij de volgende trilling, uit-één ten bewijze zijner labiliteit.

*Noch* DOPPLER, *noch één van zijne aanhangers of bestrijders heeft tot nog toe duidelijk in het licht gesteld, dat de explosie of impulsie (verdigting of verdunning voor het geluid), waarvan immer sprake is, wanneer men proeven bijbrengt, alleen door trillingen kan worden voortgedragen, en dat de duur dezer trillingen geheel willekeurig is en in geen het minste verband met den duur van de staande trilling der toonbron behoeft te staan, die de impulsie eventueel levert. En de zamenstelling van het oor én de constructie van de gebezigde muziek-instrumenten laten deze voorstelling toe, daar alle door het instrument uitgezonden verdigtingen en verdunningen, wier tempo door de maxima van uitslag of snelheid der opvolgende staande trillingen bepaald wordt, ieder slechts eenmaal, dat is met den eersten sommatie-golfslag op het oor behoeven in te werken.*

Ik sluit hiermede mijne beschouwingen omtrent een tijdperk vaak van strijd, die met hartstogtelijkheid werd gevoerd, alleen omdat men aan een zeer eenvoudig verschijnsel van opwekking van staande trillingen eene hooge belangrijkheid had toegelegd, die het niet bezat, en daarmede verdwaalde bij de gewigtigste vragen omtrent de voortleiding van trilling. Men geraakte in de schromelijkste verwarring van impulsie, stoot, golf, golfslag, vibratie enz. en gunde zich in zijne overijling den tijd niet tot toepassing van den gulden regel: *qui bene distinguit bene docet.* Wel verdiend was wel eens de hekelende toon, dien PETZVAL aansloeg; maar hij raakte zelf ook in den draaikolk en werd tegen wil en dank medegesleept. Waarlijk, PETZVAL en met hem de analyse, heeft zwaar geboet voor de fout, die ik daarin aanwees, door de vaak belagchelijke verguizing, waaraan hij met zijn op zich zelf zoo schoonen arbeid van de

zijde der tegenpartij bloot stond, maar die hij van zijnen kant te ligtvaardig had uitgelokt.

Als proeve hoe diep DOPPLER's beschouwing wortel had geschoten, veroorloof ik mij nog het volgende citaat van den berigtgever in de *Fortschritte der Physik für* 1861: „Bei der Einfachheit und Evidenz der DOPPLER'schen Theorie glauben wir und etc." Eenvoudig is wel de verklaring der proeven van BUIJS BALLOT, MACH en anderen, die men voor DOPPLER's beschouwing bijbrengt; maar die proeven hebben niets met die theorie van de instantane overdraging der triliing uit te staan; deze is nog even ongeregtvaardigd en ongemotiveerd als op den dag, toen zij aan het licht kwam.

24. Men bemerkt reeds, welke de ware verklaring ook der proeven op spoorwegen zijn moet. Even als met het tongpijpje van MACH werden ook daar door de toongevende instrumenten, namelijk blaas-instrumenten, voornamelijk op de maxima van uitwijking der tong betrekkelijk groote hoeveelheden lucht uitgestooten — ongeveer even zoo als men met een pennenschachtje, bij de sirene van SEEBECK, een volumen lucht door de voorbijgaande kleine opening uitblaast; die uitstooting van lucht is des te plotselinger en des te grooter naarmate de amplitudo van de trilling der tong grooter is. Ieder van deze volumina lucht heeft eigene, mogelijk geheel willekeurige, trillingen, waardoor zijn golfslag of verdigtings-stoot voortgaat, even als de kring, die door een steentje op de oppervlakte van het water wordt gewekt. Waarschijnlijk worden hierbij velerlei trillingen van verschillenden duur opgewekt, zoo als dit plaats heeft overal waar bijv. lucht tegen een scherpen kant wordt aangeblazen; die trillingen kunnen wel een korten tijd aanhouden, maar zeer zeker zal geen tweede integrale golfslag of verdigtings-stoot door haar op het oor of eenig ander voorwerp worden geleverd, omdat de bergen harer golven, door de verschillende golflengten, al terstond uit elkander gaan wijken. De tong als scherpe kant is hier mede werkzaam om die trillingen op te wekken; zij kan zeer goed daaronder voor den toon waarin zij trilt eene eerste plaats innemen; maar dit is voor de verklaring van het verschijnsel geheel onverschillig.

In rythmische maat, door den toon van het instrument aangegeven, hebben deze uitstootingen van grootere luchtvolumina plaats, en de plaatsen in de ruimte, van waar zij uitgaan, worden door de beweging der bron geregeld. Gedragen door die trillingen komen deze verdigtingsstooten bij den rustenden waarnemer aan, met de zamengestelde snelheid van de voortplanting der trilling en van de beweging der bron. Blijft de bron in rust en is de waarnemer in beweging, dan worden die verdigtings-stooten voortgeleid door trillingen, voor welke het nog even onzekea en onnoodig is, dat zij in duur met die der bron overeenstemmen; de beweging van den waarnemer wordt weêr zamengesteld met de snelheid harer voortplanting en regelt dus de snelheid waarmede die stooten het oor bereiken. Wat nu geldt van de uitlatingen van lucht geldt ook van de inlatingen; tusschen die verdigtingsstooten mag men dus verdunnings-stooten aannemen. Men ziet tevens, dat men eene successive opvolging dezer stooten in het oor, met volkomen gelijke afstanden, alleen dan mag verwachten, wanneer de beweging van instrument of waarnemer juist in de rigting hunner verbindings-lijn plaats grijpt; wanneer die rigtingen een hoek maken, is de invloed der beweging geringer, en neemt die versnelling der stooten, bijv. voor eene van verre komende locomotief, al meer en meer af en gaat door nul op het oogenblik, dat het voertuig gaat door den voet der loodlijn, die uit den waarnemer op de rigting der beweging wordt nedergelaten, om terstond daarop met eene negative waarde, dat is als vertraging, weder voor den dag te komen. De waarnemer mag ook niet ver buiten de lijn geplaatst zijn, waarin de locomotief zich beweegt, omdat dan voor grootere afstanden de moleculaire trillingen, die de stooten zamenstelden, te veel uit elkander wijken; en natuurlijk moet de afstand van bron en waarnemer niet te groot genomen worden, omdat de stooten dan te veel verminderd aankomen.

Die stooten wekken nu, langs mechanischen weg, geheel op eigen hand in het oor of ieder afgegrensd geheel, staande trillingen, die alleen maar door den rythmus van uitzending nog met den grondtoon van het instrument zamenhangen. Van

verkorting der voortgeleide golflengte, van voortleiding van op zich zelf staande phasen, van instantane overdraging der trilling of versnelde voortleiding der trilling, van de oplossing en toelichting van eene der moeijelijkste vragen op het gebied der golfleer, van dat alles is hier geen sprake. Hiermede hoop ik de aanhangers van DOPPLER genezen te hebben van den lust en de liefhebberij om zulke zwaarwigtige vragen op te lossen en telkens op nieuw ons, met die proeven als wapen, in de leer van het licht aan boord te komen.

## § VII.

25. Voor het laatste tiental jaren nu was het bewaard om, ten gevolge van eene vernieuwde behandeling van het problema der aberratio fixarum, uitgelokt door een verschil in de waarde der constante dezer aberratie tusschen DELAMBRE en STRUVE, en ter opsporing van bewegingen aan den hemel, de wonderbaarlijkste beschouwingen te zien opduiken, omtrent den invloed van de beweging der lichtbron en der brekende stof op den lichtstraal, en de beschouwing van DOPPLER in hare toepassing op de breking en andere mechanische verschijnselen van het licht, op de meest laconische wijze als eene bewezene waarheid te zien voordragen. Het ontbrak daarbij niet aan schrijvers, die de eenvoudige en klare theorie van FRESNEL in bescherming namen, zoo als onder anderen VELTMANN. Velen toonden zich eenvoudig aanhangers van DOPPLER'S beschouwing; anderen waren niet tevreden met 's mans redeneering of begrepen zeer goed, dat de breking van den lichtstraal met den vibratietijd in verband moest worden gebragt, doch kwamen tot even verkeerde uitkomsten. Niemand dacht aan de onmogelijkheid der voortplanting eener enkele labile impulsie en de noodzakelijke gevolgen van dien. Het wonderbaarlijkste van alles is hierbij nog, dat men zelfs in Duitschland de verhandelingen van PETZVAL niet meer schijnt te kennen; naar mijn oordeel is zijne analytische behandeling van het problema beter dan al hetgeen er later over geschreven is.

In historische volgorde noem ik hier nu de stukken van

KLINKERFUES *), SOHNCKE †), CLERK MAXWELL §) VELTMANN **) en nu laatstelijk KETTELER ††). om van de voorbijgaande opmerkingen van anderen niet te gewagen.

26. Onder de genoemden hebben KLINKERFUES en SOHNCKE zich bezig gehouden met de wijze, waarop de staande trilling der voortgaande lichtbron aan de bewogen middenstof wordt overgedragen. KLINKERFUES schijnt te hebben ingezien, dat de differentiaal-stooten, welke door die primaire trilling op de middenstof worden uitgeoefend, ieder voor zich daarin eene spontane trilling moeten opwekken §§); maar voegt, zonderling genoeg, daaraan toe, dat iedere differentiaal-stoot aan de beweging van het aether-deeltje het karakter en de periode der trilling van de primaire bron opdringt.

Om de trilling van de rustende primaire bron op den aether

---

*) *Aus mehreren Briefen des Herrn Prof. Dr.* W. KLINKERFUES *an dem Herausgeber. Astron. Nachr.* B. LXV, p. 17. 1865.

*Untersuchungen aus der analytischen Optik, insbesondere über den Einfluss der Bewegung der Licht-Quelle auf die Brechung. Ibid.* B. LXVI, p. 337. 1866.

*Versuche über die Bewegung der Erde und der Sonne im Aether. Ibid.* B. LXXVII, p. 38. 1870.

*Die Aberration der Fixsterne nach der Wellentheorie.* Leipzig 1867.

C. BRIOT, *Mathematische Theorie des Lichtes.* Uebersetst und mit einem Zusatz vermehrt. Leipzig 1867.

*Ergebnisse der Spectral-Analyse in Anwendung auf die Himmelskörper,* von W. HUGGINS. Deutsch mit. Zusätzen. Leipzig 1868.

In deze opgave ontbreken enkele stukjes in de *Gött. gelehrt. Anz.*, die ik niet bij de hand heb, evenmin als de vertaling van BRIOT.

†) *Ueber den Einfluss der Bewegung der Licht Quelle auf die Brechung.* Kritische Bemerkungen zu der Entdeckung des Herrn Prof. KLINKERFUES. *Astron. Nachr.* B. LXIX, p. 209. 1867, en POGGEND., *Annalen.* B. CXXXII, p. 279. 1867.

§) *On the influence of the motion of the heavenly bodies on the index of refraction of light.* Phil. Transact. for 1868. Vol. CLVIII, p. 532. 1869. Een stukje ingevoegd in eene straks te vermelden verhandeling van HUGGINS en op verzoek van dezen geschreven.

**) FRESNEL's *Hypothese zur Erklärung der Aberrations-Erscheinungen. Astron. Nachr.* B. LXXV, p. 145. 1870.

*Ueber die Fortpflanzung des Lichts in bewegten Medien. Ibid.* B. LXXVI, p. 129 1870.

††) *Ueber den Einfluss des astronomischen Bewegungen auf die optischen Erscheinungen.* POGGEND., *Annalen* B. CXLIV, p 109, 287, 363 en 550. 1871. B. CXLVI, p. 406. 1872. B. CXLVII, p. 404 en 478. 1872, en B. CXLVIII, p. 485. 1873.

§§) *Astron. Nachr.* B. LXVI, p. 343, de noot.

over te dragen legt hij het echter analytisch aldus aan. Op ieder molecuul van den licht-aether, dat zich in het inwendige van den met trillingen opgevulden bol (deze zal zeker de lichtbron voorstellen) bevindt en niet in de onmiddellijke nabijheid der oppervlakte gelegen is, werken op den tijd $t$ een oneindig aantal golven van oneindig kleine amplitudo. Hij vindt dan voor de elongatie of afwijking van dit aether-deeltje op den tijd $t$ eene som van differentialen, waarvan de algemeene vorm is:

$$dy = \underset{n}{a} \underset{t - nd\,T}{} \sin nd\,T.\,d\,T.$$

Hij veronderstelt namelijk, dat ieder van die golven van oneindig kleine amplitudo op verschillende oogenblikken, — bijv. door van al digter en digterbij gelegen punten uit te gaan — op het aether-deeltje beginnen in te werken. Zoo begon de algemeene $n^{de}$ golf op het deeltje in te werken op het oogenblik $t - nd\,T$; zij heeft daarom nu, op den tijd $t$, voor het getroffen deeltje de phase $nd\,T$ en wekt met de amplitudo $\underset{t - nd\,T}{a}\, d\,T$ de differentiaal-elongatie $dy$ van het deeltje.

Voor de som dezer differentiaal-elongaties van het aether-deeltje, dat is voor de totale elongatie op den tijd $t$ heeft hij dan de integraal:

$$y = \int_0^{2\pi} \underset{t - T}{a} \sin T\,d\,T.$$

In plaats van $\underset{t - T}{a}$ substituëert hij nu de afwijking of elongatie van de primaire bron op het oogenblik $t - T$, namelijk $c' \sin (t - T)$ en vindt:

$$\int_0^{2\pi} c' \sin (t - T) \sin T\,d\,T = c'\,\pi \cos t.$$

Zoodoende verkrijgt hij dan, in behoorlijken vorm, voor de rustende bron, de overdraging der vibratie met onveranderde periode.

Om nu den overgang der trilling van de voortbewogen lichtbron te verklaren zegt hij: de beweging der lichtbron veroor-

zaakt deze wijziging, dat de stooten, welke deze uitoefent, in intervallen bij het aether-deeltje aankomen, die in reden van $\frac{v - g}{v}$ zijn ingekort, zoo als gemakkelijk is in te zien. Hier is $v$ de snelheid van voortplanting der voortgeleide trilling en $g$ de snelheid van voortgang der bron.

In plaats van $a_{t-T} = c' \sin (t - T)$ neemt hij nu

$a'_{t-T} = c' \sin \frac{v}{v - g} (t - T)$ en daarmede is alles afgedaan.

Ik staak hier mijne korte analyse der stukken van KLINKERFUES; ik gaf ze alleen, omdat ik bij hem ook eene aanduiding meende weêr te vinden, dat iedere differentiaal-impulsie steeds vibraties tot resultaat heeft.

De zonderlinge uitkomsten, die hij erlangt, vindt men bij SOHNCKE besproken. Dus: met een enkelen slag, „zoo als gemakkelijk is in te zien," zijn alle moeijelijkheden weggeruimd, even als bij PETZVAL; en er is geen sprake van een consequent vasthouden aan de onmogelijkheid, dat eene diffentiaal-impulsie, die door de verplaatsing der bron van haar middenpunt beroofd is, zich stabiel kan voortplanten.

27. SOHNCKE *) maakt het waarlijk niet beter, waar hij ons dan eens duidelijk zal bewijzen, wat volgens KLINKERFUES zoo gemakkelijk is in te zien. Ook hij gevoelt niet, bij zijne populaire voorstelling, dat de stabile voortplanting eener phase, wier middenpunt zich intusschen verplaatst, eene physische onmogelijkheid is en, buiten de eenige rigting van de beweging der bron, voor elken anderen lichtstraal tot de grootste incongruenties leidt. Ook SOHNCKE schijnt niet in te zien, dat het begrip der voortleiding eener impulsie of verplaatsing door eene ignoratio elenchi in de wereld kwam: men denkt zich de impulsie als eene golf van zeer kleine lengte en meent daarmede te kunnen volstaan. Maar een golf heeft een berg en een dal: en zoo kan zeer goed het dal eener voorgaande differentiaal-impulsie met den berg eener volgende interfereeren en dan stort ook die geheele geresumeerde trilling,

*) POGGEND., *Annalen*. B. CXXXII, p. 290.

met haar verkorten of verlengden golf, als een kaartenhuis, inéén.

Men leze de genoemde verhandelingen en men zal mij toestemmen: men twijfelt niet meer aan de voortleiding der differentiaal-impulsies als zoodanig en, door de optelling van de haar geheel willekeurig toegelegde snelheid van voortplanting der trilling en de snelheid der bron, verkrijgt men de verkorting of verlenging van den vibratie-tijd der voortgeleide trilling; allen, behalve VELTMANN, schijnen zich daarbij te hebben nedergelegd en hebben DOPPLER's versnelde golfslagen in verkorte trillingen omgezet. Dit is de slotsom van dertig jaren critiek; en het balletje, dat DOPPLER opwierp, is als eene lawine nedergekomen.

## § VIII.

28. Hiermede neem ik afscheid van mijne voorgangers en neem nu voor mij zelven het woord.

Ik heb vroeger *) getracht de onderstelling van FRESNEL in hare wijze van voorstellen en in hare regten te handhaven, voor zoo ver betreft hare beteekenis bij de verschijnselen van diffractie. De oplossing van het verschil tusschen de constanten der aberratie van DELAMBRE en STRUVE †) is, wel is waar, nog zwevende; maar het schijnt mij zeker, dat die in de waarnemingen en niet in de theorie zal worden gevonden.

Ik ga nu beproeven of ik de wetenschap kan terugbrengen van het dwaalspoor, waarin zij geleid werd. Overeenkomstig hetgeen ik reeds in art. 5 heb gezegd, denk ik mij daarbij den aether van de normale digtheid in de ruimte in rust.

De onderstelling van FRESNEL zal wel de uitdrukking der waarheid behelzen; zij is mij, naar aanleiding van VELTMANN's nieuwste behandeling, nog volkomen voldoende om te verklaren, hoe de breking, of beter gezegd, de afwijking die

---

*) *Sur l'influence que le mouvement de la terre exerce sur les phénomènes de diffraction. Archives du Musée Teyler.* Vol. III, p. 72.

†) Zie ook HOEK, *Recherches astronomiques de l'observatoire d'Utrecht, première livraison. De l'influence des mouvements de la terre sur les phénomènes fondamentaux de l'optique dont se sert l'astronomie.* 1861.

de lichtstraal door eene brekende stof ondervindt, geheel onafhankelijk is van de beweging dezer middenstof. Zeer zeker zoude zij, wat hare physische beteekenis aangaat, eene mate van medevoering van den aether met de brekende middenstof eischen, die verandert met de vibratie-periode der kleur. Hierin ligt dan ook haar zwakke punt *); maar VELTMANN zelf †) toonde aan, dat men voor de veranderlijke medevoering van den aether slechts eene met de vibratie-periode veranderlijke medevoering der lichtgolven in de plaats moest stellen om de verklaring van het verschijnsel weêr in het regte spoor te brengen. Welke de physische zin van deze mathematische verklaring dan wel moet zijn, laat ik voor het oogenblik in het midden. De mechanica blijft ons hierop het antwoord nog schuldig; zeer wel kan te eeniger tijd eens worden bewezen, dat de druk door de voortbewogen stof op den in de ruimte rustenden aether die veranderlijke verschuiving of medevoering van de lichtgolven teweegbrengt.

Boven, art. 5. heb ik er reeds op gewezen dat eene eventueele medevoering van den omgevenden aether door de bewogen lichtbron mijne beschouwing omtrent de overdraging der trilling niet gemakkelijker zoude maken. Immers het uiterste geval, waarin bron en omgevende aether zich te zamen verplaatsen, zoude voor mij in dit opzigt, in overeenstemming met de uitkomst van PETZVAL in zijne eerste verhandeling, wel is waar schijnbaar het allergunstigste zijn; maar de moeijelijkheid zoude dan gelegen zijn in het bewijs van den onverkorten overgang der voortgeleide trilling van een bewogen op een rustend deel der middenstof.

29. Want al wat ik te zeggen heb resumeert zich in het beginsel, *van het behoud van de periode van vibratie en ware golflengte bij den overgang van de bewogen bron op den aether en bij de voortleiding tot aan de brekende middenstof* en daarbij neem ik den aether in rust.

Ik stel nu op den voorgrond de volgende punten, die ieder natuurkundige mij gereedelijk zal toegeven, 1°. de trillings-

*) *Astron. Nachr.* B. LXXV, p. 160.
†) *Astron. Nachr.* B. LXXVI, p. 148.

bron heeft stellig eene zekere physische uitgebreidheid en is geen mathematisch punt, 2°. die begrensde trillings-bron hebben wij ons, zoo als ik in art. 3 reeds aanstipte, te denken, naar alles wat wij van toongevende ligchamen weten, als te bestaan uit een groot aantal moleculen, die allen in gelijkvormige en evenwijdige banen trillen en waarvan geheele massa's op hetzelfde oogenblik allen in dezelfde phase verkeeren, dat is dezelfde anomalie hebben ; bij de eventuëele knoopen-lijnen of vlakken wordt die trilling volkomen nul om aan den anderen kant der knoop, met eene verspringing van een halven omtrek in de phase, weêr langzamerhand voor den dag te komen, en 3°. de directe werkingsspheer van eenig in staande trilling verkeerend molecuul op de middenstof strekt zich zeer zeker nog wel wat verder uit dan alleen de naastgelegen deeltjes.

Uitgezonderd misschien alleen KLINKERFUES zijn al mijne voorgangers in eene te strenge mathematische abstractie vervallen ; ik wil het onderwerp onvoorwaardelijk in concreto behandelen.

30. Een enkel in staande trilling verkeerend oneindig klein deeltje, dat alleen op de allernaast gelegen deeltjes der middenstof direct vermag in te werken, kan onmogelijk, terwijl het zich voortbeweegt, zijne trilling integraal, dat is als één geheel, noch met onveranderde, noch met verkorte of verlengde periode, op de middenstof overdragen, zoo lang die middenstof niet volkomen in zijne beweging deelt.

Er kan dan volgens § I geen sprake zijn eenvoudig van eene verlenging of verkorting van de periode der overgedragen trilling als effect van die beweging ; al de differentiaal-impulsies verstuiven in stroomingen of in trillingen van onbekende periode, als resultaat van de mathematische abstractie. Alleen dan, wanneer het primair trillende deeltje en de middenstof te zamen met dezelfde beweging voortgaan, wordt die trilling integraal overgedragen, maar dan ook alleen met geheel onveranderde periode; hier ontmoeten wij PETZVAL met zijn betoog van het behoud van den trillings-duur in eene gelijkmatig stroomende middenstof.

Nemen wij in de eerste plaats aan, dat de directe werkingsspheer van het primair trillende deeltje zich verder uitstrekt

dan de allernaast gelegen deeltjes der middenstof — hetgeen in volkomen overeenstemming is met hetgeen wij voor alle andere krachts-uitingen toegeven — dan kunnen wij ons bijv. voor het licht zeer gemakkelijk zulk een straal van die werkings-spheer denken, dat voor alle bekende snelheden der trillings-bron en bij den bekenden duur der trillingen, het eerst geïnfluenceerde deeltje der middenstof zich gedurende eene of meer geheele trillingen onder den directen invloed van het voortvliedende primair trillende deeltje blijft, en dus de trilling regtstreeks onveranderd opneemt en in den onbegrensden aether naar alle rigtingen uitzendt.

De snelheid der electrische vonk tusschen twee pooldraden schat men bijv. op $^1/_{1000}$ van de snelheid van het licht en de snelheid van de aarde in hare baan is omtrent $^1/_{10000}$ van diezelfde snelheid van voortplanting; de golflengte der streep D is 0,000589537 m. m. Het primair trillende deeltje verplaatst zich dus in den tijd eener enkele trilling in de electrische vonk $^1/_{1700000}$ m. m. en wanneer het eens met de aarde voortging nog tienmalen minder. Men ziet dus: wij komen tot zeer kleine waarden voor den straal van de regtstreeksche werkings-spheer van het primair trillende deeltje om zijne inwerking op het eerst getroffen en nog zoo vele volgende deeltjes der middenstof, die het achter zich laat, gedurende tien en honderd trillingen te laten voortduren, en al deze deeltjes tot centra van voortgeleide trillingen in de middenstof te verheffen.

Zoo ontstaan dan in de eerste plaats onderscheidene trillingen van onveranderde periode, allen achtereenvolgend van hetzelfde deeltje van den rustenden aether uitgaande; en in de tweede plaats tal van aether-deeltjes in de omgeving van het voortbewogen primair trillende stof- of aether-deeltje, die gedeeltelijk gelijktijdig en gedeeltelijk na elkander als zulke centra van voortgeleide trilling optreden. Iedere lijn, naar welke rigting ook, van die verzameling uitgaande wordt de drager van grootere of kleinere reeksen van aaneengeschakelde voortgeleide trillingen, waarbij de anomalie of het punt van uitgang van reeks tot reeks verspringt.

31. Maar de bron van trilling is geen enkel punt. Geven

wij, om bij het moeijelijkste geval te blijven, aan den lichtenden metaal-damp, die van de pooldraden wordt weggestooten, voor zoo ver zijne deeltjes of de in hem besloten aether-deeltjes in overeenstemmende staande trilling verkeeren — dat is aan de lichtbron — in de rigting harer voortbeweging eens eene afmeting van $^1/_{4000}$ m. m., dan hebben wij daarin de mogelijkheid gegeven, dat uit eenzelfde deeltje van den rustenden aether zelfs 1700 voortgeleide trillingen van onveranderde periode en daarbij ook van onveranderde amplitudo uitgaan. Immers, niettegenstaande dien snellen voortgang der bron, blijft nu eenzelfde rustend punt van den omgevenden aether gedurende 1700 trillingen onder den invloed der bron, zonder dat wij van den straal der directe werkings-spheer reppen.

Men begrijpe mij wel; de aether-deeltjes of de stofdeeltjes in den damp moeten bij geheele massa's allen gelijktijdig in dezelfde periode in gelijkvormige en evenwijdige banen trillen en daarbij allen te gelijk in dezelfde phase verkeeren, zoo als wij dat voor eene in staande trilling zijnde bron aannemen, anders kan het eene dezer deeltjes, dat aankomt, de inwerking op den rustenden aether van het andere, dat wegvliedt, niet onverlet voortzetten. Bij geringere snelheid der bron, zoo als die van de aarde, zoude het aantal van die trillingen, die absoluut van hetzelfde punt der ruimte uitgaan, nog wel tien maal grooter mogen worden genomen De amplitudo van de trillingen der deeltjes blijft over betrekkelijk groote afstanden in de ons bekende bronnen van staande trilling (voor het geluid namelijk) zoo na gelijk, dat wij voor het oogenblik hier liefst niet op hare veranderingen letten.

Het kon nu te eeniger tijd een punt van onderzoek worden, eene soort van *experimentum crucis*, om na te gaan of de proeven van FIZEAU omtrent de interferentie met groote weg-verschillen, welke een groot aantal trillingen vorderen, die successivelijk van hetzelfde punt der ruimte zijn uitgegaan, even goed met het licht der electrische vonk, als met licht uit andere bronnen afkomstig kunnen worden gedaan

32. Hoe en op welke wijze de trilling van deze lichtbron op den omgevenden aether overgaat en welke verhoudingen aan de grensvlakken optreden, daaromtrent maak ik mij

de volgende voorstelling. Ieder deeltje der bron zendt naar alle rigtingen zijne voortgeleide trillingen in den aether uit, die door de omgevende in staande trilling verkeerende aether-deeltjes der bron, naar het beginsel der superpositie van kleinste bewegingen, ongedeerd tot aan de grensvlakken worden voortgeleid om daar met onveranderde periode in den vrijen aether over te gaan; de gelijkvormigheid en evenwijdigheid der banen van alle primair trillende deeltjes is van geene geringe beteekenis om ons met die superpositie genoegen te laten nemen; alleen het phase-verschil en mogelijk ook het verschil in amplitudo tusschen de staande en gesuperponeerde voortgeleide trilling wordt grooter naarmate het beschouwde deeltje digter aan de grensvlakken ligt.

Is nu de lichtgevende of primair trillende massa in beweging, dan zal, bij den grooten voorraad van deeltjes waaruit zij bestaat, de plaats van ieder voortbewogen deeltje terstond door een ander worden ingenomen, dat volkomen de rol van centrum van uitgang van het vertrokken deeltje overneemt; alleen de amplitudo van trilling zal in de bron van deeltje tot deeltje langzaam veranderen en dus ook in de voortgeleide vibratie aan kleine verandering onderhevig zijn.

Juist bij de knoopen-lijnen of vlakken, zoo die al bestaan, zoude eene verspringing in de phase van een halven omtrek plaats hebben; hierdoor zoude dan één enkele voortgeleide trilling onmogelijk worden; maar op en nabij die lijnen of vlakken is de amplitudo der trilling toch juist gelijk aan nul en daarom behoeven wij hierop ook nu niet te letten. Mogelijk hebben wij echter door zulke knoopen telkens na duizenden van trillingen, die langzaam in intensiteit opkomen en dan weêr wegsmelten eene omzetting in phase van een halven omtrek in den lichtstraal te verwachten.

De in den aether voortgeleide differentiaal-impulsies vinden dus, niettegenstaande de beweging der bron, in het eigen punt waarvan zij uitgingen, bij mij steeds den vereischten steun tot integrale voortleiding. Wat maakt het uit, dat het deeltje der bron, dat dien steun geeft, van oogenblik tot oogenblik verandert, zoo lang daarvan op het vereischte oogenblik maar de vereischte volgende phase of impulsie uitgaat? Wij zijn er im-

mers in de golfleer aan gewoon geworden, om de beweging en het deeltje, dat daarvan de drager is, afgescheiden van elkander te houden; de golf gaat immers voort maar de deeltjes, die daarvan de dragers zijn, deelen niet in dien voortgang.

## § IX

33. Vergelijken wij nu op enkele punten deze concrete wijze van beschouwen met die mijner voorgangers.

Vatten wij het wezen eener lichtbron en hare inwerking op de aangewezen wijze op, dan behoeft inderdaad de massa van deeltjes die te zamen, in gelijkvormige en evenwijdige banen, in dezelfde periode trillen, nog geene groote afmetingen te hebben en de straal van de werkingsspheer harer deeltjes nog niet merkbaar te zijn om, zelfs bij eene vrij snelle voortgaande beweging der bron, nog duizende en duizende voortgeleide trillingen van bijna constante intensiteit uit hetzelfde punt der ruimte in den onbegrensden aether te doen uitgaan. Maar niet één, maar weder vele duizenden van deeltjes in dezen aether zijn dan gelijktijdig zulke middenpunten, waaruit volkomen op hetzelfde oogenblik zulke trillingen, met overeenstemmende phase en duur, worden uitgezonden. — Een lichtstraal is voor mij een zamengesteld geheel; ieder oogenblik komen op eenig punt duizenden van trillingen van verschillende phase en amplitudo aan, die, naar de leer der superpositie, geheel onafhankelijk van elkander voortbestaan; en de intensiteit van dien straal is de gezamenlijke intensiteit van al die vibraties voor zoover zij elkander niet door interferentie tegenwerken. In dezelfde mate waarin de bron voortschuift vallen van achteren middenpunten van trilling af, en komen er van voren nieuwe bij. Stellen wij al die golven of vibraties in gedachte tot eene enkele zamen, dan verkrijgen wij eene resulteerende golf of golslag, die, wanneer de bron in rust bleef, met de gewone snelheid van voortplanting zoude voortgaan en hare bergen op den normalen afstand zoude hebben, maar die nu, door het afgaan en bijkomen van trillings-centra, van oogenblik tot oogenblik van anomalie verandert en eigenlijk behalve met die normale snelheid van voortplanting nog met de snelheid der bron langs den lichtstraal voorschuift; werkelijk zullen hare

bergen hierdoor op korter afstanden worden gebragt, juist zoo als de golfslagen van DOPPLER. Aan de achterzijde zouden die bergen daarentegen naar dezelfde wet op zoo veel grootere afstanden van elkander liggen. De golflengte en de vibratietijd echter van al die trillingen, die elk aetherdeeltje op den lichtstraal gelijktijdig uitvoert, die volgens eene sinusoïde afloopen, en geheel onafhankelijk van elkander zijn en blijven, zijn onveranderd dezelfde gebleven. En ik ontken ten eenenmale, dat het voor de bewogen lichtbron geoorloofd zoude zijn om die trillingen als tot eene enkele resulteerende trilling zamengesmolten te beschouwen, omdat de anomalie en de amplitudo dezer resulteerende trilling van oogenblik tot oogenblik verandert. Zelfs voor de rustende lichtbron maak ik hierin bezwaar, omdat de amplitudo niet constant zoude kunnen zijn.

Een gedeelte van de levendige kracht der bron zal altijd, ten gevolge harer beweging, in spontane trillingen wegsmelten en als onbestemde lichtgloring vervloeijen. Ja het is denkbaar, dat de voortgang der bron zóó snel wordt, dat geen primair licht meer tot ons kan komen, niet omdat, zoo als PETZVAL ergens zegt, de golflengte oneindig klein wordt, maar omdat geen enkel deeltje der rustende middenstof meer in staat is om de primaire trilling der bron integraal over te nemen.

Wil men niet treden in de overdraging van de trilling der bron met geheel onveranderde periode, op de wijze zoo als ik die trachtte duidelijk te maken, wel nu, dan ontken ik van mijn standpunt stoutweg, dat eenige andere vooruit te bepalen trilling, zoo als PETZVAL, VON ETTINGSHAUSEN, KLINKERFUES en anderen willen, op den aether kan worden overgedragen; en ik vertrouw, dat ik dan niet geheel alleen zal staan.

Met dien zamengestelden lichtstraal blijven alle verschijnselen, daar ben ik wel zeker van, zoo als die van interferentie, diffractie, terugkaatsing, breking enz. even goed te behandelen, hetzij dan dat die bron in rust, hetzij wel dat zij in beweging is.

34. Even goed dan als voor den toestand van beweging der bron bestaat ook reeds voor den toestand van rust diezelfde zamenstelling van den straal. Die straal kan nog wel uit andere oorzaak zulk eene zamenstelling hebben; ik geloof name-

en gelijkvormige banen en met gelijke periode en gelijke anomalie trillen. Maar toch, wanneer alles op gang is, verwisselt langzaam de geheele som van middenpunten waarvan de voortgeleide trillingen uitgaan, en het is even goed alsof zij zich met dezelfde snelheid der ster verplaatste; want, ieder dezer punten moge achtereenvolgend al duizenden geheele trillingen achter elkander uitzenden, eer het zijne betrekking opgeeft, ieder oogenblik valt van achteren zulk een centrum af en komt er van voren een bij. Wij hebben dus te doen op onzen lichtstraal met vele reeksen van trillingen uit zich langzaam vernieuwende of schijnbaar voortschuivende centra afkomstig en dus met eene zamengestelde beweging — een zamengestelden golfslag, om met DOPPLER te spreken — die naar den waarnemer met de snelheid van voortplanting van het licht, vermeerderd met die der ster, voorwaarts schrijdt. De vibratie-periode blijft alzoo onveranderd, niettegenstaande de beweging der ster; en reeds de medegevoerde absorbeerende atmospheer eischt, als ieder andere brekende stof, de oplossing van dien golfslag of van de zamengestelde beweging der respective aether-deeltjes in zijne elementen, dat is in al die afzonderlijke trillingen van gelijken duur of golflengte, die volgens sinusoïden afloopen; is dan die golflengte of duur gelijk aan die der trillingen, welke de atmospheer zoude uitzenden, welnu dan worden zij geabsorbeerd; de beweging van de atmospheer wil ik hier voor het oogenblik laten rusten, al was het alleen maar omdat ster en atmospheer te zamen voortgaan, waardoor het tempo der golfslagen voor deze laatste onveranderd blijft; trillingen, die niet met de hare overeenkomen, laat de dampmassa ongemoeid door.

40. Een atmospheer van waterstof absorbeert de trillingen der drie waterstof-strepen. Het aldus gezifte licht komt dan weêr met zijn versnelden golfslag bij het met de aarde voortbewogen prisma aan. Zooals wij in het proces der kleurschifting op andere wijze zoo duidelijk zien voor oogen gesteld, eischt de brekende stof weder de ontbinding van den golfslag of beter nog van de zamengestelde beweging van het aetherdeeltje, omdat zij alleen kan te doen hebben met trillingen, die eene sinusoïde volgen. Die zamengestelde beweging wordt opgelost in even zoo vele trillingen met onderling afwijkende

is een enkele golfslag voldoende om perceptie van licht te geven, zoodat zijne normaal de rigting van de lichtbron bepaalt, of wel, zijn eenige golfslagen uit een zelfde punt uitgegaan hiervoor noodig? DOPPLER zou moeijelijk hierop antwoord kunnen geven; want in het eerste geval geraakt hij in strijd met hetgeen de ervaring waarschijnlijk maakt, en in het tweede ontglipt hem de verhoogde frequentie der golfslagen voor het stijgen der kleur. Wanneer men nu in aanmerking neemt, hoe gevoelig het oog is voor de minste verandering in de relative rigting van twee waargenomen licht-bronnen, die elkander zoo even nog dekten, dan eerst ziet men, welke moeijelijkheid deze vraag aan DOPPLER zoude hebben gebaard. Wanneer eenige honderde trillingen of golfslagen op hetzelfde punt der ruimte van het lichtende voorwerp moeten uitgaan, om dit tot perceptie te brengen, wanneer het daar passeert, ziet DOPPLER het in het geheel niet, of zijne kleurverandering valt in het water; terwijl ik het mogelijk op eenige onderling zeer digt bij elkander gelegen punten gelijktijdig zie, en dit heeft zeker wel geen bezwaar.

35. Wij denken ons weder zulk eene lichtbron en plaatsen den waarnemer bijv. zoodanig, dat zijne gezigtslijn een hoek van 45° maakt met de rigting harer beweging. Wij denken ons de twee uiterste standen A en B van het in staande trilling verkeerende deeltje op die lijn zijner voortbeweging; dat is A bij het begin en B bij het einde eener enkele trilling; en wij vragen dan aan PETZVAL en VON ETTINGSHAUSEN, van wélk deeltje der middenstof, van wélk punt der ruimte wij nu de verkorte voortgeleide trilling moeten laten uitgaan, waardoor wij dat lichtende punt zien. Zeker niet van A; ook niet van B, want dan hadden wij dezelfde verkorting van den trillingsduur als voor de eigene rigting der beweging. In de lijn dan, die het oog met het midden van A B verbindt; en wanneer wij consequent de redeneering van PETZVAL voortzetten, in dat punt dezer lijn, dat op eene golflengte afstand van A gelegen is; zoo lang dan de tweede magt der snelheid van voortgang van het lichtende punt kan verwaarloosd worden tegenover de snelheid van het licht, zal de verkorting der golflengte of van den trillings-duur nog evenredig blijven aan den

den gebragt tot regelmatig op gelijke afstanden elkander volgende golfslagen en dûs de resulteerende golfslag althans dáár niet de bepaling der kleur kan geven. Twee kleuren geven namelijk tot resulteerende eene kleur van tusschengelegen golflengte; en de resulteerende kromme van beider golflijnen is alles behalve eene golflijn, waarop de bergen op een steeds gelijken afstand van elkander staan, die zoo wat het midden zoude moeten houden tusschen de afstanden der bergen op de beide golflijnen. Ten tweeden vermoed ik, dat het stoffelijk oog even goed als elke andere brekende en licht inlatende stof de oplossing der zamengestelde beweging van de aetherdeeltjes in sinusoïdale trillingen eischt en daarmede valt de geheele golfslag uit elkander. En eindelijk: in overeenstemming met de opmerking van VON ETTINGSHAUSEN in art. 13 en de toelichting in art. 14, moet men zich geene te karakteristieke voorstelling van dien golfslag vormen, die bij de vele reeksen, waaruit hij is zamengesteld, wel eens een zeer weinig bergachtig verloop kon hebben.

Wanneer wij nu bedenken, dat het oog zelf reeds in beweging is in den steeds rustenden aether, dan vangt dit oog, wanneer het bijv. het licht te gemoet reist, reeds daardoor in korter tusschenpoozen de golfslagen, en zelfs de bergen en dalen der elementaire trillingen, op; de kleur moet dan ook daarom, volgens DOPPLER, naar het violet verschoven worden. Alles hangt hier echter af van het bewijs, dat die kleur door den golfslag en niet door den vibratie-tijd der aetherdeeltjes bepaald wordt. Het is zeer goed denkbaar, dat zoo even bij de kleurmenging de elementaire vibraties der deeltjes eerst tot perceptie komen en daaruit dan door zamenstelling eene andere perceptie, dat is die der zamengestelde kleur, geboren wordt. Daardoor was dan de elementaire trilling in hare regten gehandhaafd. Maar hieruit moge dan al blijken, dat de kleur-perceptie onder die omstandigheden niet door den golfslag bepaald wordt; daardoor zal men nog niet absoluut bewezen achten, dat de beweging hier niet op de kleur-perceptie kan influenceeren. Men neme echter in aanmerking, dat alleen het oog met eene zekere hoeveelheid aanklevenden aether in beweging is en volgens FRESNEL dat deel van den aether, dat zijne normale digtheid in de ruimte vertegenwoordigt, steeds in rust blijft. Wanneer zich dan de

regtstreeksche invloed der aankomende voortgeleide trillingen niet verder dan tot dien aether van normale digtheid der retina uitstrekt en daarin bijv. staande trillingen wekt, wier levendige kracht terstond door de stof der retina met zijn aanklevenden aether geabsorbeerd wordt, dan doet die beweging van het oog niets meer af, daar deze laatste overdraging, om de reeds boven, bij den overgang der trilling van de bron op den omgevenden aether, ontwikkelde redenen, zonder verandering kan plaats hebben. — Mogelijk kan ook de laatste vóór de retina gelegen aether-laag van normale digtheid, om hare eenzijdige begrenzing, in staande trilling van onveranderden duur worden gebragt; en weder zoude de beweging van den waarnemer evenmin als de beweging der bron invloed hebben op de waargenomen kleur. Dit zijn echter maar gissingen; want niemand heeft ons nog het wezen der perceptie van het oog verklaard.

43. Dit nu brengt mij van zelf terug tot een punt, waar ik kortheidshalve over heen stapte, en dat men toch zoo gemakkelijk kon opnemen, tot de vraag namelijk of de absorptie door eene beweging van de absorbeerende atmospheer kan worden gewijzigd. Zoo staan wij dan weder voor de vraag naar het wezen dezer absorptie, die ik zoo gaarne vermeed. Het duidelijkst geef ik misschien van haar nog eene voorstelling aldus: de in den damp besloten aether is vatbaar om staande trillingen van eene of meer bepaalde perioden uit te voeren en absorbeert ten behoeve daarvan de levendige kracht der voortgeleide trillingen die hem treffen, voor zoo ver deze dezelfde perioden volgen; trillingen van afwijkenden duur kunnen hiervoor niet dienen, omdat naar de formule van FOURIER, die in hare toepassing op de golfleer eene physische waarheid uitspreekt, onmogelijk trillingen van verschillenden duur kunnen zamensmelten; twee sinusoïden immers van verschillende periode of duur kunnen nimmer tot eene derde worden vereenigd.

Wanneer bijv. onze dampkring zich voortbeweegt, blijft ook weder de daarin besloten aether, voor zoo ver betreft zijn gedeelte, dat de normale digtheid van de ledige ruimte bezit, volgens FRESNEL in rust; alleen de kleine overmaat, die de ijle lucht daaraan toevoegt, deelt in de beweging van deze. Dien aether van normale digtheid onderstellen wij nu in de gazmassa

in eenen toestand van spanning, zoodat zij bepaalde staande trillingen kan uitvoeren; de gazdeeltjes met het aanhangende overschot van den aether, zijn de centra, waarvan de invloed uitgaat, welke die spanning teweegbrengt; zij vormen daarbij tevens als het ware de vaste steunpunten, die de levendige kracht der trillingen van den normalen aether absorbeeren. Op hoedanige wijze deze laatste in dien toestand van spanning komt of op welke wijze de gazdeeltjes op hem inwerken, daarin verdiepen wij ons niet.

De aether alzoo, die de trillingen van de lichtbron aanvoert, en de aether in de gazmassa, die daardoor in staande trilling moet worden gebragt, blijven dan te zamen in rust; daarom bestaat er dan ook geene reden waarom die voortgeleide trilling als staande trilling nog met eene verkorte of verlengde periode zoude optreden. Het beginsel van de conservatie van den trillingsduur wordt ook bij dezen overgang weder volkomen gehandhaafd.

Wil men die staande trilling nog verder overgedragen zien op de gazdeeltjes en den aanhangenden aether, wel nu, die overdraging kan, ten gevolge van de uitgebreidheid der bereids in staande trilling verkeerende aether-massa van normale digtheid, even goed zonder verandering van periode plaats grijpen als de overgang der staande trilling van eene bewogen bron op eene rustende middenstof, die ik boven art. 28 en 29 omstandig behandelde. Wat er verder wordt van die levendige kracht, wanneer zij eenmaal op de stof is overgegaan, weten wij niet en is mij voor het oogenblik onverschillig.

Wat nu geldt van onzen dampkring, geldt ook voor iedere damplaag, voor iedere absorbeerende atmospheer. De vergelijking met het bekende verschijnsel voor het geluid, waarbij een afgegrensd geheel, dat trillingen kan uitvoeren, door versnelde of vertraagde eigenlijk gezegde verdigtings- of verdunningsstooten of golfslagen in trilling gebragt wordt, gaat hier niet op.

In de lichtende bron heb ik den daarin besloten aether de staande trillingen laten uitvoeren en met de snelheid der bron laten voortgaan; dit stemt nu wel niet met de hier in toepassing gebragte voorstelling van FRESNEL; maar zulks doet niets ter zake. In ieder geval worden door den voortgang der stof

de door haar in staande trilling te brengen aetherdeeltjes voortdurend vernieuwd en moet men de mathematische punten alzoo, waarvan de staande trilling uitgaat, met de bron laten voortgaan.

44. De opvatting der formule van FOURIER, in hare toepassing op de golfleer, als physische waarheid vormt blijkbaar den grondslag, waarop ik het afgescheiden voortbestaan van elementaire trillingen van dezelfde periode in mijnen zich voortdurend vernieuwenden lichtstraal bouw, waaruit ik althans haar afzonderlijk optreden bij den overgang in eene andere stof afleid. Natuurlijk denk ik mij hierbij al zulke vibraties tot een geheel vereenigd, wier anomalie en amplitudo gedurende het verloop eener geheele vibratie constant blijven; en ook den invloed der interferentie zie ik niet over het hoofd. De resulteerende beweging van eenig aetherdeeltje is eene sinusoïde, die van oogenblik tot oogenblik van anomalie en amplitudo verwisselt; en juist daarom wordt zij terstond bij haren overgang in elementaire sinusoïden met constante anomalie en amplitudo ontbonden, niettegenstaande de perioden van al deze onderling gelijk zijn. Het theorema van FOURIER, tot physische waarheid verheven, zoodra wij de door de verplaatsing van het trillende deeltje ontwikkelde kracht evenredig stellen aan de eerste magt van die verplaatsing, werpt juist door die splitsing der zamengestelde beweging in onderling onafhankelijke sinusoïden, een nieuw licht op onderscheidene verschijnselen der golfleer. Het zoude mogelijk nog groote diensten bewijzen, wanneer de voortleidende middenstof tot op zekeren afstand van de bron als in een toestand van beweging moest worden beschouwd.

## § XII.

45. Maar waarnemers als HUGGINS *), LOCKYER †) en VO-

*) Further observations on the spectra of some stars and nebulae with an attempt to determine therefrom wether the bodies are moving towards or from the earth, also observations on the spectra of the Sun and of Comet II. 1868 *Phil. Transact.* for 1868. Vol CLVIII. p. 549. 1869

On the spectrum of the great nebula of Orion and on the motions of some stars towards or from the earth. *Phil. Magaz.* 4th Series. V. XLV. p. 133 1873.

†) On recent discoveries in solar physics made by means of the spectroscope. *Phil. Magaz.* 4th Series. V. XXXVIII. p. 342. 1869.

GEL *) hebben de strepen in het spectrum, en daaronder in de eerste plaats de waterstof-streep F, verplaatst gezien, òf als absorptie-strepen in de spectra van vaste sterren, òf als lichtende strepen in de spectra van plotselinge gaz-uitstroomingen aan de oppervlakte der zon. Ik twijfel er niet aan, dat zij inderdaad die verplaatsing hebben waargenomen; als men van mij maar niet vergt, dat ik ze aan de beweging van de lichtbron of van het prisma toeschrijf. Laten wij ons duidelijk voorstellen, wát is waargenomen en laten wij dan onderzoeken of de methode van waarneming en de gebezigde werktuigen eene voldoende verklaring daarvan kunnen geven.

De geconstateerde verplaatsing, waarvan hier voornamelijk sprake is, betreft het blaauwe deel van het spectrum, want daarin ligt de streep F. Bij alle waarnemingen zijn kijkers gebezigd en het is bekend, dat zelfs de beste immer nog een gebrek aan achromasie overhouden en dat men daarbij, om het zoo uit te drukken, het blaauw en violet, als stralen van de minste intensiteit, op hun beloop laat; daarenboven is het brandpunt der randstralen altijd natuurlijk nog verschillend van dat der centrale stralen. Ik heb veel te veel refractie- en diffractie-metingen met den spectrometer, dat is dus met behulp van een kijker, gedaan om niet te weten, dat juist mijne metingen in het meest breekbare deel van het spectrum het meest van het gebrek aan achromasie, dat is van het gebrek aan scherpe instelling en van de spherische aberratie te lijden hadden. Het is dus niet vreemd, dat ik ten deele in het gebruik van kijkers en lenzen de verklaring der zoo even bedoelde verplaatsingen van de strepen ging zoeken.

16. Men behoeft de verhandeling van HUGGINS maar in te zien en na te gaan, welke voorzorgen hij bij de instelling van de electrische vonk en van het beeld der ster neemt, om overtuigd te zijn, dat hij zeer goed inzag, dat beiden volkomen in de as van zijn spectrometer moesten gecentreerd zijn om de strepen van beide spectra te kunnen vergelijken. En toch schijnt hij het gebrek aan achromasie en de spherische aberratie der glazen van zijn spectrometer over het hoofd te hebben gezien:

*) *Beobachtungen auf der Sternwarte zu* BOTHKAMP. Heft I. p. 38. 1872.

anders, dunkt mij, was het ook hem niet ontgaan, dat beide invallende stralen-kegels eigenlijk denzelfden tophoek moesten hebben, dat is, dat zij absoluut van hetzelfde punt der as moesten uitgaan.

Wanneer de spectra van twee lichtbronnen vergeleken worden, kunnen de beide bundels 1° van een oneindigen afstand of beiden van gelijken eindigen afstand op de prisma's vallen en daarbij kunnen beider assen al of niet zamenvallen of 2° de bundels kunnen van verschillende afstanden op de prisma's vallen en daarbij kunnen de assen weêr al of niet onderling in één vallen. Al de gelijknamige strepen van beide spectra zullen ontwijfelbaar alleen dan zamenvallen, wanneer de beide bronnen op volkomen gelijken afstand van de prisma's, of liever van de collimator-lens, kunnen worden gedacht en daarenboven de assen der beide bundels zamenvallen. Blijven de assen zamenvallen, maar komen de bronnen op verschillende afstanden te liggen, dan kunnen de strepen van beide spectra uit elkander wijken; en onder deze rubriek vallen, naar ik meen, de waarnemingen van deze soort, wanneer de instelling volkomen is.

In elken spectrometer is een collimator, die de stralen der lichtbron evenwijdig maakt; in den regtzienden wordt deze voorgesteld door de achromatische lens, die voor de prisma's is aangebragt en in welker brandpunt de sleuf is geplaatst. Wanneer ik het mij goed voorstel, dan valt het beeld der ster, dat door het objectief van den refractor gevormd wordt, juist op de sleuf en de vergelijkings-bron is op eenigen afstand daarvoor gesteld; beide lichtbronnen worden in de as van den kijker gebragt; den spectrometer neem ik op het minimum van deflectie ingesteld; en het waarnemings-kijkertje van den spectrometer staat scherp op de sleuf.

Nu hebben wij in de eerste plaats te doen met den stralen-kegel van de ster, die de sleuf tot top heeft en de oppervlakte van het objectief van den refractor tot basis; wanneer dan de afstand van de sleuf tot de collimator-lens bekend is, kan men de basis van den lichtkegel sterre-licht aangeven, die op deze lens valt. De sleuf staat in het brandpunt van deze collimator-lens en wij willen nu aannemen dat de gezamenlijke massa dezer stralen op de prisma's parallel invalt en het minimum van breking

ondergaat; het kijkertje van den spectrometer staat scherp op de sleuf en vereenigt dus zoo goed mogelijk de kleuren die een gemeenschappelijk brandpunt hebben, tot een scherp sterrespectrum; de waterstofstreep F is iets minder scherp, omdat zij een weinig voor het brandpunt van het oculair ligt.

De stralen-kegel, die van de vergelijkings-bron uitgaat, heeft deze tot top en de wijdte der sleuf tot doorsnede en dus op de collimator-lens in de rigting loodregt op die sleuf waarschijnlijk eene basis van kleine afmeting, en wel des te kleiner naarmate deze bron verder van de sleuf is verwijderd. De stralen van dezen kegel zijn dus zeer nabij alleen centrale stralen voor de collimator-lens en zij worden dus minder door die lens gebroken dan de randstralen van het sterrelicht dat ik veel grooter basis toedenk, dat is, zij zullen met betrekking tot het licht der ster, dat wij in massa als parallel invallend denken, divergent op de prisma's invallen; de grootere afstand van de vergelijkings-bron verbetert hieraan niets, omdat het kijkertje immers scherp staat op de sleuf en niet op haar. Wanneer de nu evenwijdig aan de as invallende stralen der ster het minimum van breking ondergaan, zullen de divergent op het prisma vallende stralen der andere bron ten deele grooter breking ondergaan, omdat hare rigting van inval links of regts afwijkt. — Zelfs dan wanneer alles behoorlijk is ingesteld, zou dus de streep in het vergelijkingsspectrum aan haren meest breekbaren kant hierdoor een weinig uitgebreid kunnen worden; door het gebrek aan achromasie zal zij daarenboven evenmin volkomen scherp worden gezien als in het spectrum der ster.

Men zal nu inzien, hoe onder gewone omstandigheden, bij de beste instelling, de streep F der ster toch een weinig minder breekbaar kan schijnen, dan die der terrestrische bron, zoodat volgens DOPPLER zich de ster van de aarde af schijnt te bewegen. Juist de meest breekbare strepen zullen het meest van den aangewezen invloed te lijden hebben, omdat eene zelfde afwijking in den invallenden straal van de minimaalrigting, bij den grooteren index, eene grootere afwijking in de rigting van den gebroken straal ten gevolge heeft. En verder, omdat zij voor beide spectra buiten het brandpunt van het oculair liggen, en misschien niet eens op denzelfden afstand

van dit punt, zal eene naauwkeurige vergelijking al weder moeijelijker worden.

47. Laten wij nu de vergelijkings-bron en het beeld der ster nog aan hunne plaats; maar laat de as van den spectrometer een weinig verwrikt zijn, dat alligt kan geschieden, zoodat die as — tevens as van den collimator — niet meer zamenvalt met de as van den refractor, waarop beide lichtbronnen liggen; de toestel zij overigens goed ingesteld. Dan komt een van beide lichtbronnen zeker iets buiten die collimator-as te liggen; maar hetgeen, waar het hoofdzakelijk op aankomt: de as van den lichtkegel der ster valt zeker niet meer met deze as zamen; de as van den lichtkegel der andere bron kan in niet mindere mate afwijken. Door het verschil tusschen rand- en centrale stralen kan het licht van den eenen kegel, na breking door de lens convergent of divergent op het prisma invallen en dat van den anderen parallel: wanneer de parallele bundel dan juist voor de minimaal-afwijking is ingesteld, kan de andere strepen leveren, waaronder vooral de meest breekbaren eene verbreeding naar den meest breekbaren kant vertoonen. Het niet zamenvallen der assen van beide kegels, waarop ik hier hoofdzakelijk komen wilde, zal echter, afgescheiden van dien, steeds eene onderlinge afwijking der strepen van beide spectra ten gevolge hebben.

Het vorige artikel verklaarde, waarom onder gewone omstandigheden de sterren zich van de aarde af kunnen schijnen te bewegen; dit geeft nu eene verklaring van de buitengewone omstandigheid, die aan de sterren, volgens DOPPLER's beschouwing, eventuëel eene beweging naar de aarde toe, of wel van haar af, schijnt mede te deelen. Het is duidelijk, dat alle strepen, onverschillig van welke breekbaarheid ook, evenzeer relatief verschoven zullen zijn, maar de breekbaarste weêr het meest, om haren grooteren index van refractie; het gebrek aan achromasie maakt deze laatste ook onduidelijker en daardoor hare juiste vergelijking moeijelijker.

Men versta mij wel; ik zeg niet dat het bij de waarnemingen van HUGGINS of VOGEL zus of zóó is toegegaan; maar ik geef oorzaken op, waarin de gevonden kleine verschuivingen eene natuurlijke verklaring zouden kunnen vinden. Het is zonderling, dat men nog geen twijfel opperde omtrent de deugdelijkheid der

verklaring, nu het bleek, dat, na correctie voor de beweging der aarde, de sterren die zich naar de zon toe bewegen, zich gemiddeld 2 à 3 maal sneller verplaatsen, dan die welke zich van haar af bewegen. De uitkomsten van VOGEL, voor SIRIUS, PROCYON en CAPELLA, allen op eenzelfden avond verkregen, vallen allen in denzelfden zin; voor PROCYON is het resultaat zelfs grooter dan voor SIRIUS; dit leidt tot het vermoeden van eene constante oorzaak voor dien avond, die daarin kan gezocht worden, dat de assen der beide gebroken stralen bundels uit elkander weken.

Ik wil de aandacht althans nog gevestigd hebben op de mogelijkheid eener physische uitzetting der waterstofstreep naar den eenen of naar den anderen kant, door het optreden van nevengelegen absorptie-strepen van eene andere in de damplaag aanwezige stof; maar ik geloof niet, dat ik mij daarop behoef te beroepen.

48. Bij de waarnemingen van LOCKYER *) en ook van VOGEL, voor zoover wij daarbij te doen hebben met de zonneschijf of een gedeelte daarvan en eene uitstrooming van lichtend gas — bijna immer waterstof-gas — zijn altijd twee lichtbronnen aanwezig, die gelijktijdig licht door de sleuf van den collimator zenden.

Bij de onderzoekingen omtrent wervelstroomen in de chromospheer of omtrent de zoogenaamde protuberanzen kan weder eene afwijking tusschen de assen der beide opvallende bundels gedacht worden, die eene verplaatsing der strepen van het eene spectrum met betrekking tot die van het andere ten gevolge heeft. In zulk een wervelstroom kunnen twee of meer maxima van licht voorkomen; en stellig brengt men, wanneer men eerst op den eenen en dan op den anderen rand van zulk een wervelstroom instelt, de as van deze gansche lichtende massa eerst links en dan regts van de as van den spectrometer. En wat de protuberanzen betreft, deze geven door haren vertakten en grilligen vorm mogelijk eene sporadische verspreiding der lichtende stof over eene grootere vlakte, die niet zonder invloed kan blijven op

*) H. E. ROSCOE, Die Spectralanalyse, uebersetzt von SCHORLEMMER. 1870. p. 225.

de relative ligging der enkele strepen, waarin dat licht zich oplost, ten aanzien van de correspondeerende strepen van het zonne-spectrum.

Voor de teekeningen, die LOCKYER (ROSCOE fig. 76) en VOGEL (pag. 40) geven van de spectra nabij een lichtenden fakkel of op eene vlek met overbrugging verkregen, kunnen wij andere opmerkingen maken, die echter nog op de aanwezigheid van twee lichtbronnen gegrond zijn. Vooraf zij aangemerkt, dat het geheele proces op de oppervlakte der zon zich, zoowel in de protuberanzen en wervelstroomen als hier, eenvoudig schijnt te bepalen tot eene uitstooting van gloeijenden lichtenden damp; ik zie geene noodzakelijkheid om daarenboven nog eene snelle opstijging of nederdaling van absorbeerenden damp aan te nemen, zooals ROSCOE en ook VOGEL schijnen te willen. De teekening van LOCKYER, zooals ROSCOE die geeft, schijnt mij genoegzaam verklaard door eene naar links en regts uitgezette verlichte streep F, waarnaast, op het midden der teekening, de als het ware verdrongen donkere streep F nog zigtbaar is; dus op twee plaatsen, dat is in het midden en meer naar boven, zie ik daarin twee aanzwellingen van die verlichte streep, waaronder ik twee centra van uitstrooming van gloeijend waterstofgas aanneem; die lichtende streep is voor mij, zoowel in het midden als bovenaan, eenvoudig naar beide kanten verbreed. Wat betreft de waarnemingen van VOGEL, ik geloof niet, dat zijn spectrum zoo was, als het hier geteekend is, met donkere *b* strepen, die aan den eenen kant der overbrugging links en aan den anderen kant regts verschoven waren; mij dunkt, dit is wat al te sterk symmetrisch; de undulatie en de beweging der lucht vlak voor de zonneschijf moet zulk een spectrum, van zoo kleine hoogte, wel onduidelijk maken; ik maak uit die teekening niet meer op dan het aanwezen van gloeijenden magnesium-damp, die links en regts verloopende lichtende strepen geeft, en de absorptie-strepen daarneven nog even als bij LOCKYER met eene uitbuiging zigtbaar.

Hoe men nu hierbij, naar de DOPPLER'sche beschouwing, de snelheid waarmede gassen uitstroomen zoo gemakkelijk uit eene eventueele verplaatsing der strepen wil afleiden, is mij niet klaar; want de deeltjes dezer gassen, die het verst van de op-

pervlakte der zon, en dus het digst bij ons gelegen zijn, hebben stellig geene opstijgende snelheid meer en in plaats daarvan waarschijnlijk eene zijdelingsche snelheid, en dan nog eene temperatuur, die niet veel van die van de naastomgevende lichtende of absorbeerende atmospheer kan verschillen.

De eigenlijke snelheid, die men uit die verplaatsing der strepen kon afleiden, zoude dus door de integratie eener functie van lichtgevend vermogen en opstijgende snelheid der gaz-lagen moeten worden gevonden, en dit zal zoo gemakkelijk niet gaan.

Afgescheiden echter hiervan, geloof ik vrij wat eenvoudiger verklaring van beide teekeningen te kunnen geven Deze is hierop gegrond, dat wanneer het vlak van inval en breking van eenigen licht-straal niet meer loodregt staat op de brekende ribbe van het prisma, de hoek van breking òf kleiner òf grooter dan de ware hoek van het prisma zal zijn, terwijl bijv. voor een prisma van zwaar flint en met een brekenden hoek van 60°, iedere verandering in dien brekenden hoek omtrent tweemaal vergroot in de minimum-afwijking overgaat.

Denken wij ons nu gemakshalve eene cylinder-lens als collimator-lens; wanneer dan uit de lichtbron juist eens het stuk wegvalt, dat in de as van den spectrometer gelegen is, dan zal het gedeelte van het spectrum, dat wij op de plaats van het weggenomen stuk nog door het kijkertje zien, stellig worden voortgebragt, door licht dat van de overgebleven hooger en lager gelegen deelen der bron komt en stellig volgens een ander vlak van breking en met anderen brekenden hoek door het prisma gaat; de strepen, die dit licht dan op dat punt van het spectrum nog levert, zullen dan of regts of links verschoven zijn, al naar gelang de brekende hoek grooter of kleiner uitvalt. Met een zamenstel van vijf prisma's tot een gewonen of een regtzienden spectrometer vereenigd, kan die kleine afwijking door sommatie al zeer ligt eene merkbare waarde erlangen, even goed als die welke uit eene linksche of regtsche verschuiving der bron wordt geboren.

De uitbuigingen der absorptie-strepen boven eene uitstrooming van gaz, waarom het hier alleen te doen is, ontstaan dan doordien het licht dat ze leveren moet van de hooger of

lager gelegen deelen van de zonneschijf afkomstig moet zijn. Uit de teekeningen kan ik niet tot uitbuigingen van lichtende strepen, maar alleen tot hare links en regts gelijktijdig optredende verbreeding besluiten, en deze levert geen bezwaar, daar de grootere intensiteit en de natuur der bron die uitzetting gemakkelijk verklaart. — In het algemeen houde men in het oog, dat verdunning der gloeijende gassen eene verbreeding en onbestemde uitvloeijing der strepen in het meer breekbare deel van het spectrum ten gevolge heeft; dit wijst er op, dat dan ook vibraties van eene een weinig afwijkende golflengte worden uitgezonden. En even zoo kan een sterk verdund gaz, vooral wanneer de weg van het licht daarin lang is, ook vibraties van eene een weinig afwijkende golflengte gaan absorbeeren, hetgeen bij den doorgang van het licht door de atmospheer van het hemelligchaam en ook door de onze tot eene eenzijdige verbreeding van de meer breekbare absorptiestrepen en tot eene constante verplaatsing van haar midden aanleiding kan geven.

Hoe meer prisma's men bezigt des te grooter wordt de complicatie, die bij het uitligten van een gedeelte der bron ontstaat; eene overbrugging met gloeijenden magnesium-damp staat gelijk met eene partiële wegneming van het gewone zonlicht op die plaats. Zooals bleek, betreffen de door LOCKYER waargenomen afwijkingen hier weêr de streep F, dus weder zeer breekbare stralen, waarvoor daarenboven de achromasie weer te wenschen overlaat. De afwijkingen bij VOGEL hebben betrekking op de strepen *b* van FRAUNHOFER.

Gaarne zoude ik de gebezigde toestellen zelf gezien hebben om juister over de gegrondheid mijner opvatting te kunnen oordeelen.

Alleen wil ik hier nog releveeren, dat VOGEL en ROSCOE zoo maar kortweg schijnen aan te nemen, dat ook de lengte der geabsorbeerde vibratie met de snelheid van toenadering of verwijdering van de absorbeerende atmospheer verandert en zich daardoor eene zee van moeijelijkheden scheppen, zoodra de rigting van den straal verschilt van de rigting der beweging van de atmospheer.

49. Ik heb nog niet gesproken over den invloed eener

temperatuurs-verandering op de breking. Naar aanleiding eener opmerking van VOGEL *) wil ik vermelden, dat uit mijne metingen blijkt †) dat met een prisma van zwaar flint, zoowel van MERZ als van HOFMANN, met een brekenden hoek van 60°, voor iederen graad, dien de temperatuur op de honderddeelige schaal rijst, de index van refractie één à twee eenheden in de vijfde decimaal grooter gevonden wordt; voor de eene soort crown van MERZ eene halve eenheid in diezelfde decimaal rijst; en voor een ander crown van MERZ en voor crown van STEINHEIL omtrent eene halve eenheid daalt. Met een of meer prisma's van genoemd flint zal dus een gegeven FRAUNHOFER'sche streep bij temperatuur-verhooging naar het violet verschuiven en bij een regtzienden spectrometer met afwisselende flint- en crownprisma's zal de kans op zulk eene verplaatsing, verondersteld dat het crown van de tweede soort is, nog toenemen. BLASERNA §) heeft later ook deze verandering van den index voor flintglas met de temperatuur bepaald. Door eene zonderlinge misstelling zegt hij evenwel, dat die index afneemt wanneer de temperatuur toeneemt, terwijl hij zeker, in overeenstemming met mijne waarnemingen, bedoeld heeft dat index en temperatuur te zamen stijgen.

Wij willen nu spreken van de uitkomsten, die door eene verplaatsing der strepen op de rotatie der zon zouden heenwijzen; voor zoover daarbij van meten sprake is, zijn deze met een gewonen regtzienden spectroscoop met vijf prisma's gedaan. De spectrometer werd op den wester-rand ingesteld en de streep F op eene in het brandpunt van het oculair aangebragte staalpunt ingesteld; de zon schoof dan voorbij den spectrometer, tengevolge harer dagelijksche beweging, en aan den ooster-rand aangekomen werd de streep naar den breekbaren kant verplaatst gevonden. De verandering der golflengte van F, van den eenen zonnenrand naar den anderen overgaande, be-

*) p. 42.

†) Archives du Musée Teyler V. I. p. 225 en V. II p. 189 en 192—198.

§) POGGEND. *Annalen* B. CXLIII p. 655, 1871.

droeg, ruim één honderdmillioenste van een millimeter, waaruit dan de snelheid van rotatie der zon berekend werd, die steeds nog te groot werd gevonden, Begrijp ik een en ander goed, dan zoude eene temperatuurs-verhooging van 0°,1 C. van mijn zwaar prisma reeds voldoende zijn om de hier waargenomen verplaatsing der streep naar het meer breekbare einde toe te verkrijgen. De middellijn der zon heeft vier minuten tijd noodig om voor den spectrometer voorbij te gaan; nu is het toch wel mogelijk dat de temperatuur van dien zamengestelden spectroscoop in die vier minuten een weinig rijst, te meer daar deze verhooging niet alleen door regtstreeksche bestraling maar ook en wel hoofdzakelijk door aanraking met verwarmde lucht kan zijn voortgebragt. Dat men digt bij de zuid- of noordpool der zon geene verplaatsing van de streep vond, verklaar ik mij uit den zooveel korteren tijd, die tusschen het intreden der beide randen in den spectrometer verliep. Dat men, wanneer de spectrometer van den ooster-rand weder op den wester terug werd gebragt, eene verminderde afwijking terugvond, kan zeer wel uit eene daling der temperatuur verklaard worden, wanneer wij daarbij, door eene snellere terugbeweging van den kijker, de verwarmde lucht in den spectrometer door koelere verplaatst denken. Ik vermoed ook, dat de eigenlijke schattingen of metingen alleen bij den geleidelijken overgang van den wester op den ooster-rand hebben plaats gehad. Aan welke dislocaties het zamenstel van prisma's bij eene kleine temperatuurs-verandering onderhevig is, laat zich niet bepalen. Het eenvoudigste zoude zijn wanneer men eens eene reeks van metingen met zijn spectrometer op eene andere lichtbron, bijv. eene GEISSLER'sche waterstofgas-buis, publiceerde, bij verschillende, lang constant gebleven, temperaturen van de omgevende lucht; wanneer het, zooals hier, maar te doen is om eene temperatuurs-verandering van bijv. 5° C. is het niet moeijelijk om aan deze voorwaarde te voldoen. Even als zoo dikwijls moest ik het ook nu weder betreuren, dat ons het oorspronkelijk dag-register der waarnemingen niet eenvoudig gepubliceerd is; daaraan heeft men gewoonlijk veel meer dan aan de resumtie door den waarnemer, die wel altijd van een eenzijdig standpunt uitgaat en zoo ligt eigenmagtig kaf en koren schift.

50. Wat betreft den reversie-spectroscoop van ZÖLLNER *) ik geloof, dat ik daar nog van kan zwijgen en eens afwachten, welke nadere positive resultaten daarmede verkregen worden. De resultaten toch bij de zoo even vermelde waarnemingen door VOGEL voor de zonneranden verkregen, zal men wel niet als zoodanig willen laten gelden, wijl daarbij geene metingen zijn opgegeven omdat de invloed der temperatuurs-verhooging niet kon worden vermeden of omdat de lucht te onrustig was. Ik vertrouw, dat men al mijne bezwaren zal overwegen, eer men nieuwe waarnemingen als argument tegen mij bezigt; want naarmate de fijnheid van het instrument toeneemt, zullen ook kleinere oorzaken van fouten zich meer in de resultaten doen gevoelen; en eene naauwkeurige en gezette overweging van den invloed dier fouten kan veel moeite besparen.

Ik ben ten vollen overtuigd, dat mogt men positive resultaten van meting met den reversie-spectroscoop kunnen bijbrengen, ook deze geene realiteit zullen bezitten, dan in zooverre zij door soortgelijke oorzaken als de bereids genoemde ontstaan, die door de waarnemers of veronachtzaamd of over het hoofd gezien zijn.

Reeds nu wil ik gezegd hebben dat, men moge hier al op het oogenblik der waarneming zelve geene vergelijkingsbron bezigen, dan toch vooraf zulk eene bron te werk moet zijn gesteld, bijv. tot het maken eener verdeeling of schaal voor den reversie-spectroscoop. Al wat ik heb aangevoerd omtrent den invloed van den tophoek der stralen-kegels, die van de vergelijkingsbron en van het beeld der ster op de lens vallen, geldt dus ook hier. Alleen van de regtstreeksche gevolgen van eene veranderde rigting van de assen der opvallende bundels is men door de eerste inrigting van den reversie-spectroscoop met twee prismen-stelsels bevrijd; maar daarom nog niet van de verandering in de afwijking van den gebroken straal, in zooverre door die verplaatsing der assen de op de prisma's invallende stralen van de voor het minimum van deviatie

---

*) POGGENDORFF's *Annalen* 1869. 18. CXXXVIII. p. 32. *Berichte über die Verhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig*. 1869. p. 70 en 1871. p. 300.

vereischte rigting worden afgebragt; immers, hoe men het ook keere, of die stralen links dan wel of zij regts van die bepaalde rigting invallen, in beide gevallen wordt de afwijking van den gebroken straal vergroot. Bij de nieuwere inrigting, met een reversie-objectief of een reversie-oculair valt echter het genoemde voordeel mijns inziens weg.

Eigenlijk geloof ik een reversie-spectroscoop, voor de bepalingen die men daarmede wenscht te doen, niet te mogen aanraden. De nieuwere inrigtingen staan achter bij de oude door het genoemde voordeel dat men daarbij derft, en de concave correctie-lenzen maken deze inrigtingen meer zamengesteld dan de oude.

Alle drie de soorten zoowel de allereerste als de beide nieuwere zijn voor vergelijkende onderzoekingen, dunkt mij, minder geschikt, omdat daarbij voorondersteld moet worden, dat er niets aan den spectroscoop is veranderd en dat ook de temperatuur onveranderd dezelfde is gebleven. Wanneer men bedenkt dat 0°.1 C. verandering in de temperatuur alligt voldoende is om eene merkbare verandering in de afwijking der strepen met één prisma voort te brengen, dan ziet men welke voorzorgen die temperatuur reeds eischt en men gevoelt dat men eigenlijk beginnen moest met eene tafel van gemeten afwijkingen der strepen voor verschillende bepaalde temperaturen op te maken. Dan nog liever een gewonen spectroscoop gebezigd en daarbij alle voorzorgen omtrent coïncidentie der bronnen enz. in het werk gesteld, die gelijktijdig hunne spectra leveren, waarbij men geheel onafhankelijk is van de veranderingen van den spectroscoop en van de temperatuurs-veranderingen der prisma's; in plaats van eerst op de vergelijkings-bron waar te nemen en dan op de bron die vergeleken zal worden, waarbij men toch geen van al die voorzorgen ontgaan kan en daarenboven bloot staat voor alle gevolgen van iedere kleine ontreddering van den toestel en van iedere verandering der prisma's.

51. In het belangrijke werk van SECCHI *) vindt men dezelfde en nog andere teekeningen van verschoven of gekromde strepen naar LOCKYER en ook naar YOUNG terug. En bij dat alles

*) *Die Sonne von* SECCHI *herausgegeben von* SCHELLEN. p. 488—501. 1872.

vindt men weêr hetzelfde onbepaalde vertrouwen in DOPPLER's redeneering, wat betreft hare toepasselijkheid op de kleur en de breking van den lichtstraal; weder hetzelfde beroep op de waarnemingen van het geluid, met locomotiven gedaan, die ik boven reeds in hare eigenlijke beteekenis en in haren eenvoud deed kennen; weder denzelfden gevaarlijken sprong van den versnelden verdigtings-stoot, die een hoogeren toon in een afgegrensd geheel opwekt, op den verkorten duur der voortgeleide trilling, die de afwijking van den gebroken straal verandert; en als achtergrond een waarnemer die, met zijn spectroscoop gewapend, de ontbondene volgens den gezigtsstraal van de relative beweging van ster en aarde bepaalt. Dit is nu het laatste der stukken, die ik analyseer; ik ken nu vooruit bijna den climax, die mij wacht; de proeven op den spoorweg of met het tongwerk van MACH, de kleur van het licht, de breking van den straal, de verplaatsing der strepen en de beweging der ster na aftrek van die der aarde; en dan een steeds dikkeren nevel, waarin èn voorstelling èn redeneering gehuld geraken.

De mogelijke andere oorzaken, waaruit de waargenomen verschijnselen kunnen ontstaan, die ik opsomde, worden door SCHELLEN voor een gedeelte overwogen, maar als ontoereikend afgewezen. Men vindt daaronder mijn beroep op de spherische aberratie der lenzen en hare gevolgen niet terug; men zal daarbij ook missen, wat ik omtrent eene kleine verandering in den brekenden hoek van het prisma door het schuins invallen der stralen van boven of van beneden in het midden bragt. Geen woord ook van de physische verbreeding der meer breekbare heldere of donkere strepen, bij verdunning van het gas.

Omdat het hier voor de zon-waarnemingen minder pas gaf, vindt men ook niet gesproken van de ongelijke afstanden van het beeld der ster en de vergelijkings-bron tot de collimatorlens, waaraan ik zooveel gewicht hechtte; men vindt hier ook geen gewag gemaakt van het geval, dat het zonnebeeld niet juist in het vlak en in de as der sleuf ligt, eene afwijking, waardoor de angulaire uitgestrektheid der licht-bron zoozeer kan veranderen en die zulken grooten invloed op de afmetingen en de ligging

der as van den invallenden bundel kan hebben; ook de ongelijke verdeeling en sporadische verspreiding der lichtende stof in protuberanzen en overbruggingen en hare horizontale verplaatsingen worden hier niet genoegzaam gereleveerd. En juist op al deze punten leg ik geen minder gewigt dan op de overige.

Nog eens herhaal ik de vraag: hoe ik dan toch die verticale snelheid der gassen in rekening zal brengen; want op het hoogste punt moeten zij eene snelheid hebben, die tot nul is gereduceerd en zij kunnen daar nog niet bijzonder zijn afgekoeld, omdat zij dan het licht der onderste lagen weder moesten absorbeeren.

Tevens moet ik doen opmerken dat ik zonderling genoeg ook hier nergens eene lichtende streep, die regelmatig uitgebogen was, maar steeds zulk eene, die links en regts verbreed was, of wel eene geheel onregelmatig verstrooide geteekend heb gevonden; alleen absorptie-strepen vind ik in het midden van het spectrum regelmatig uitgebogen geteekend; de teekeningen bij ROSCOE fig. 77 en bij SCHELLEN fig. 162 verschillen vrij wat van de regelmatig verloopende uitbuigingen of verplaatsingen bij ROSCOE fig. 76 en bij SCHELLEN fig. 161. Het is mij vreemd, dat dit verschil nog nimmer twijfel omtrent de deugdelijkheid der verklaring zoude hebben opgewekt.

Wat betreft de uitbuiging of verschuiving van strepen bij de electrische vonk, verwijs ik naar de teekeningen in de boven aangehaalde verhandeling van ANGSTRÖM *); deze leeren, wat eene blijvende zijdelingsche verplaatsing van lichtbron of lichtende stof kan teweegbrengen.

Het is eene vergissing wanneer men in genoemd werk het voorstelt † als of de resultaten van VOGEL, waaruit hij de rotatie der zon afleidt, met een reversie-spectroscoop verkregen waren; want VOGEL zegt wel, dat hij de verplaatsing der strepen met dezen toestel heeft gezien; maar met zijn gewonen regtzienden spectrometer heeft hij ze geschat; en, als ik het

*) POGGEND. *Annalen*. B. XCIV Taf. IV. fig. 3a en 3b 1855.

†) l. c. p. 500

goed begrijp, was bij deze schattingen de invloed der verwarming niet regtstreeks belet.

Verder vindt men de spectra der vlekken behandeld *) en daarbij een paar teekeningen, zooals SECCHI en YOUNG die waarnamen; fig. 167 van SECCHI toont hoe enkele absorptiestrepen boven de kern der vlek links en regts verbreed werden; fig, 170 van YOUNG geeft dezelfde uitzetting der sodium of D-strepen, met eene verlichte kern en deze kern wordt toegeschreven aan gloeijenden sodium-damp, die boven de kern zweeft. De kernen der vlekken zijn, spectroscopisch gesproken, donkere overbruggingen; het spectrum dus, dat wij vóór de vlek zien, kon wel eens gevormd zijn door licht, dat van links en regts en van boven en beneden op het correspondeerende punt der sleuf van de collimator-lens valt; de uitzetting van eenige absorptie-streep naar beide kanten heeft dan, zooals ik boven aantoonde, niets vreemds; en de lichtende kern der strepen kan zeer goed ontstaan door sodium-damp in gloed, die weder precies boven de vlek zweeft. Is deze verklaring hier toepasselijk, dan is zij ook even goed van toepassing bij de lichtende overbruggingen van VOGEL. De tweede teekening verschilt echter vrij wat van de voorstelling van VOGEL, †) die ik boven behandelde en van de afteekening van LOCKYER §) op en nabij eene protuberans.

Voor deze laatste is het daarom verkieslijker zich te houden aan de verklaring, die wel het naast voor de hand ligt. De bekoelende waterstof, namelijk, stel ik mij voor als naar den kant van het rood afstroomende, waarbij zij eindelijk zoover is afgekoeld, tot zij op het daarachter voortgebragte licht weêr absorbeerend kan gaan werken. Door die verschuiving der bron, waarvan de absorptie-streep F uitgaat, naar het rood, zal dan ook deze streep zelf naar het rood verschoven worden. De vorm en de beweeglijkheid der protuberanzen laat zulk eene afstrooming zeer goed toe; en de teekening van LOCKYER **)

---

*) l. c. p. 589.

†) *Beobachtungen* van BOTHKAMP. p. 40.

§) SCHELLEN, Fig. 158. ROSCOE, Fig. 76.

**) ROSCOE, Fig. 77.

met uitwijkende verlichte strepen, laat zich zeer goed met deze voorstelling vereenigen; hier is het dan de nog lichtende en daar de bereids absorbeerende waterstof die afgevloeid is. Mij dunkt iedereen kan wel hiermede genoegen nemen.

## § XIII.

52. Wanneer de beweging van lichtbron en absorbeerende atmospheer in rigting zamenvalt met de gezigtslijn, dan kan men, onder zekere voorwaarden en zonderlinge hypothesen, met de redeneeringen van DOPPLER en zijne navolgers voort. DOPPLER zelf moet dan aannemen, dat de absorptie bepaald wordt door het aantal golfslagen, dat in een bepaalden tijd den voorgehangen damp treft; dan zal nog het gele licht, dat bijv. door gloeijenden sodiumdamp aan de oppervlakte der ster wordt uitgezonden, door den voorgehangen koeleren sodium-damp worden onderschept. Zij, die door de beweging der bron den trillings-duur en de golflengte veranderd denken, moeten door de koelere atmospheer, om hare beweging, eene trilling van in dezelfde mate veranderden duur laten absorbeeren en dus de veranderde trilling eerst als het ware weder met haren normalen duur en golflengte op dezen koeleren damp laten overdragen. Hoe zij zich hierbij redden laat ik aan hen over; maar doen zij dit niet en laten zij den damp in beweging eene trilling van dezelfde momentanele golflengte absorbeeren als in den toestand van rust, dan moeten zij tot het zonderlinge besluit komen, dat afgekoelde sodium-damp in beweging het gele licht van gloeijenden sodium-damp doorlaat *).

Hoedanig de rigting van de beweging der bron en van de aangehangen atmospheer moge zijn, ten aanzien van de gezigtslijn, is mij geheel onverschillig; want in alle rigtingen rond de bron heb ik denzelfden vibratie-duur en dezelfde golflengte voor de voortgeleide trilling en dezelfde overdraging van deze als staande trilling op den relatief rustenden aether van normale digtheid, die in den damp is vervat.

---

*) VELTMAN *Astron. Nachr.* B LXXV. p. 155.

In art. 32 heb ik reeds op de moeijelijkheden gewezen, waarin men met de beschouwing van VON ETTINGSHAUSEN en PETZVAL geraakt, zoodra men, met een enkel abstract punt, dat in staande trilling verkeert, als bron, voor eene andere rigting dan die, waarin zich die bron beweegt, eene voortgeleide trilling van behoorlijk verkorten of verlengden duur uit de differentiaal-impulsies voor den dag wil brengen. Wil men de wet der cosinussen hier handhaven, dan kan men de zamenstelling dier pulsaties tot eene vibratie eerst op een oneindigen afstand laten plaats hebben; dan eerst worden ook de oppervlakken van voortplanting der te resumeren differentiaal-impulsies behoorlijk evenwijdig.

De absorptie komt nu, voor deze afwijkende rigtingen, nieuwe moeijelijkheden daaraan toevoegen; wij moeten dan èn het tempo èn de relative afstanden van de vlakken der correspondeerende pulsaties als maat voor de golflengte van het geabsorbeerde licht rekening brengen, en de bron op oneindigen afstand denken.

DOPPLER zelf geraakt met zijne golfslagen, zoodra hij buiten de rigting van de beweging der bron komt, in geene geringere moeijelijkheden; hierop sloeg reeds wat ik in art. 6 zeide, dat hij alleen over een enkelen straal spreekt en daarvoor zijne redeneering opbouwt; in art. 32 heb ik dit ook breeder behandeld. De absorptie komt nu, voor die schuine rigting, ook hem de zaak al weder moeijelijker maken; wanneer hij ook de snelheid der aanslaande pulsaties op den absorbeerenden damp in het oog wil houden, dan zal in iedere rigting eene andere vertraging of versnelling voor den straal, welke van de rustende bron uitgaat, als geldig moeten worden beschouwd; en in verschillende rigting zal het licht met verschillende kleur na de absorptie voor den dag moeten komen.

53. Het is als of men met opzet tot nog toe vermeden heeft, om ook eens over al die andere nevenrigtingen te spreken Met een kort woord: — eene eenvoudige beschouwing leert, dat werkingen, welke ligchamen door periodieke impulsies van eene eindige snelheid van voortplanting op elkander uitoefenen, door eene verandering van den onderlingen afstand beider ligchamen moeten gewijzigd worden — glijdt men over de geheele zaak heen. Deze uitspraak is blijkbaar gegrond op

eene voorbijgaande beschouwing van die zamengestelde verschijnselen, die men bij het aanslaan der stooten van golvend water en trillende lucht heeft zien optreden; ik kan mij echter niet goed denken, wat hier bij onze elementaire licht-trillingen onder de periodieke impulsie van eindige snelheid van voortplanting moet worden verstaan en wat er van het parallelisme der golfvlakken wordt. Men vergist zich ongetwijfeld wanneer men hierdoor meent bewezen te hebben, dat de rigting van den gebroken straal afhankelijk is van de relative beweging van lichtbron en prisma.

Daartegenover stel ik omgekeerd: eene naauwgezette beschouwing leert, 1° dat in eene onbegrensde veerkrachtige middenstof geene impulsies of schokken als zoodanig kunnen worden voortgeleid, maar wel als onderdeelen eener moleculaire vibratie die van een vast punt uitgaat of — hetgeen mogelijk nader komt bij hetgeen men bedoelt — als golfslagen of sommatie-verschijnsels der vibraties van vele duizenden moleculen; 2° dat de reconstructie van verkorte of verlengde trillingen uit de op zich zelf voortwandelende differentiaal-impulsies eener in staande trilling verkeerende en voortbewogen bron — vooronderstelt eens, dat zij stabiel konden blijven voortbestaan, — zoodra men maar even buiten de rigting van de beweging der bron komt, op onoverkomelijke zwarigheden afstuit; en 3° dat de absorptie door eene voorgehangen atmospheer nog grooter zwarigheden aan de bestaande voor die pulsatie-theorie komt toevoegen.

Moet ik blijven doordenken op het voetspoor van DOPPLER en zijne aanhangers, dan weet ik, bij de geringste afwijking van den gezigtsstraal van de rigting der beweging niet, wat ik van vibratie-duur en golvenvlakte der voortgeleide trilling moet maken; ik weet niet, wat ik mij dan door eene dampmassa geabsorbeerd moet denken, elementaire of instantane pulsaties en verplaatsingen, dan wel eene vibratie die ik niet tot stand kan laten komen. Ik weet niet waarvan ik dan bij breking moet spreken, van die versnelde of vertraagde voortgeleide trillingen der aetherdeeltjes, die niet kunnen geboren worden, of van die op elkander gedrongen of uit elkander geweken differentiaal-impulsies; moet ik mij bij deze laatste bepalen, welnu, dan

kan er nog van geene verandering van de rigting van den gebroken straal sprake zijn, zoolang men het wiskundig bewijs niet heeft geleverd, dat juist hare snelheid van opvolging aan de grensvlakte den vereischten invloed heeft op hare snelheid van voortplanting in het brekende prisma.

Neen waarlijk niet, — al moest ik ook alleen blijven staan —, het gaat toch niet aan, om over alle opgesomde moeijelijkheden, doodeenvoudig zonder na te denken heen te stappen, en met het onschuldigste gezigt ter wereld eene eigenaardige opvatting van een eenvoudig verklaarbaar verschijnsel voorop te stellen en deze als onaantastbare natuurwet ten grondslag te leggen, die allerbelangrijkste resultaten omtrent de bewegingen aan den hemel belooft.

Ik stel alle aanhangers van DOPPLER's beschouwingswijze, onder welken der beide vormen ook, eer ik met hen in eenige nadere discussie treed, *in mora*, om eens, niet enkel voor den lichtstraal, die in rigting met de beweging der bron coïncideert, maar voor alle andere willekeurige rigtingen, regt duidelijk te maken, hoe wij ons het proces der absorptie moeten denken, en hoe de rigting van den gebroken straal door de beweging der bron wordt veranderd, en dan bij voorkeur het geval te behandelen, waarin het prisma zeer digt bij de bron, bijv. eene overspringende electrische vonk, is geplaatst. En zijn zij hiermede op hunne wijze gereed, dat zij dan bewijzen, hoe eene op zich zelf staande impulsie als zoodanig zich in eene onbegrensde veêrkrachtige middenstof kan voortplanten.

Ik wil, bijv. voor de breking, de voorstanders van den veranderden vibratie-duur den weg wel wijzen. Zij moeten op de laatste deeltjes van den vrijen aether, die tegen het prisma aanliggen, de differentiaal-impulsies, welke door het lichtende deeltje op verschillende punten zijner baan worden uitgezonden en met versneld tempo aankomen tot een geheel reconstrueren, tot eene trilling van veranderden duur. Dit is eene voorstelling weder ontleend aan de opwekking van staande geluidstrillingen in een afgegrensd geheel door pulsaties of stooten van buiten; zij mogen echter wel bedenken, dat deze hare eigenaardige voorwaarden met zich brengt.

Mogt men mij met analytische beschouwingen aan boord komen, dan zeg ik nu reeds, dat ik niet genegen ben om eene impulsie te identifieeren met eene golf van kleine lengte zonder dal, en evenmin om aan eenigen initiaal-toestand voorwaarden te verbinden, die abstraheeren van de algemeenheid, die wij daaraan eerst hebben toegelegd Ten slotte noodig ik de tegenpartij uit, wel in het oog te houden, dat pluksel, zelfs met een integraal-teeken er voor, nog geen linnen is.

# OVER DE WIJZE VAN BEREKENING

VAN HET

# WATERBEZWAAR IN POLDERS.

DOOR

T. J. STIELTJES.

De waarnemingen over de hoeveelheid regen en verdamping hebben reeds groot nut gesticht bij het opmaken van plannen tot droogmaking van polders; en de bekroonde verhandeling der HH. SIMONS en GREVE is bijna uitsluitend gegrond op de waarnemingen van het huis Zwanenburg. Toch zijn er leemten in de tot heden gevolgde wijze van berekening, die het volstrekt noodig is te verbeteren, en met name laat de kennis van het opslurpend vermogen van den grond en van de verdamping van land en water veel te wenschen over. Bij de uitgebreide waarnemingen, die thans in de meeste waterschappen en polders, en met name in Rijnland en Haarlemmermeer geschieden, over de hoeveelheid opgebragt en door de sluizen of boezemgemalen uitgeslagen water, en der hoogten van boezem- en polderwater, kan men nu de wijze van berekening omkeeren, en uit deze laatste gegevens die omtrent gevallen regen en verdamping controleeren.

Ik wil eene proeve in dien zin wagen, door eene beschrijving met eenige beschouwingen te geven van den watersnood, die nu en dan in den Haarlemmermeer-polder is voorgekomen.

Deze polder heeft binnen den ringdijk eene oppervlakte van 18,150 Hectaren land en water. Het polderpeil varieert van ongeveer 4.40 tot ongeveer 5.20 Meters *onder* A. P. en met

dien waterstand is natuurlijk het wateroppervlak verschillend. Enkele gedeelten der slooten hebben door dammen een verhoogden waterspiegel, en behooren niet tot het bemalen gedeelte der wateroppervlakte in den polder. Des winters kan, volgens eene mededeeling van den Heer ELINK-STERK, het wateroppervlak als volgt gesteld worden:

| Bij peilen van | 4.60 | 4.70 | 4.80 | 4.90 | 5.00 | 5.10 | 5.20 — A. P. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Het geheele wateroppervlak | 1050 | 1000 | 950 | 900 | 860 | 820 | 780 hect. |
| " direct bemalen " " | 980 | 920 | 860 | 800 | 720 | 640 | 560 " |
| Het landoppervlak blijft dus | 17100 | 17150 | 17200 | 17250 | 17290 | 17380 | 17370 " |

Des zomers is het wateroppervlak kleiner, het is moeijelijk te zeggen hoeveel.

Bij een polder-waterstand van 4.60 à 4.65 — A. P. beginnen de laagste landen dras te staan, en bij 4.30 — A. P. zijn ongeveer 850 hectaren geinundeerd. Uit deze gegevens leid ik globaal af, dat die 850 hectaren dan gemiddeld 0.50 M. onder water staan, dat bij 4.40 — A. P. circa 600 hectaren 0.10 M diep geinundeerd zijn, en dat bij 4.50 — A. P. 300 hectaren 0.05 diep met water zijn bedekt, gevende eene waterberging *in de inundatie*

bij 4.50 — A. P. van 10000 × 300 × 0.05 = 150,000 M³
" 4.40 — A. P. " 10000 × 600 × 0.10 = 600,000 M³
" 4.30 — A. P. " 10000 × 850 × 0.15 = 1275,000 M³

Dit alles zijn natuurlijk slechts benaderingen.

### I *Waterbezwaar van* 16 *tot* 31 *Julij* 1867.

In die 16 dagen was de toestand in den polder, zooals bijgevoegde Staat A aanwijst, in welken Staat bovendien ter vergelijking de boezemstanden, de zeestanden en de uren van sluisgang zijn aangegeven. Een en ander is tevens graphisch voorgesteld in Plaat I.

Over het geheele tijdperk was, als een gemiddelde der waarneming op 5 punten, namelijk aan de drie stoomtuigen Leeghwater, Cruquius en Lynden en te Kruisdorp

de gevallen regen 94.3 millimeters
" verdamping 53.1 "
dus méér regen 41.2 "

Ik stel de oppervlakte land en water binnen den ringdijk op 18150 hectaren, en wel globaal 17350 hectaren land en 800 hectaren wateroppervlak. Een regenval (na aftrek der verdamping) van 41,2 mm. of van 412 M³ per hectare, levert dan eene watermassa op van . . . . . 7,477,800 M³

In dien tijd is alleen het stoomgemaal de Lijnden in werking geweest gedurende 277½ uur, dus gemiddeld 17½ uur per etmaal, en heeft opgepompt eene watermassa van . . . . . 5,086,000 „

dus minder dan de regen (na aftrek der verdamping) heeft geleverd . . . . . 2,391,800 „

Het water in de slooten is daarbij van 4,77 — A.P. gedaald tot 4,89 — A.P. Er zijn dus uit de slooten, over 0,12 meters hoogte, bij een aangenomen oppervlak van 800 hectaren verdwenen. . . . . 960,000 „

zoodat onverantwoord overblijft de hoeveelheid van . . . . . 3,351,800 „

Die moet klaarblijkelijk

of *verdampt*

of *opgeslurpt* zijn,

of door beide oorzaken te zamen zijn verdwenen. De voorafgegane dagen van Julij waren vrij droog geweest.

## II. *Waterbezwaar van* 20 *tot* 30 *September* 1872.

In den bijgevoegden Staat *B* zijn de gegevens vereenigd over den toestand van den polder, den boezem en de lozingen van 20 September tot 31 October 1872, terwijl ook hiervan eene graphische voorstelling is vervaardigd. Ik verdeel dit tijdvak in vijf kleinere, als:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| van | 20—30 | September | 1872 | of 11 | etmalen |
| „ | 1— 9 | October | „ | „ 9 | „ |
| „ | 10—16 | „ | „ | „ 7 | „ |
| „ | 17—27 | „ | „ | „ 11 | „ |
| „ | 28—31 | „ | „ | „ 4 | „ |

In het eerste tijdvak van 11 dagen viel er 146 mm. méér

J.J. STIELTJES

regen dan er verdampte of 1460 M³ per hectare, gevende over 18150 hectaren. . . . . 26,499,000 M³

De drie werktuigen, die 1,221,000 M³ per etmaal kunnen uitslaan, werkten $9\frac{2}{3}$ etmaal en bragten dus op. . . . . 11,803,000 „

Er bleven dus over . . . . . 14,696,000 „

Het water in de slooten klom van 4,87 tot 4,53 — A.P. dus 0,34 meter, gevende over 900 hectaren . . . . . 3,060,000 „

en de inundatie der landen globaal. . . . 100,000 „

waterberging.

Maar waar bleven de nu nog niet verantwoorde 11,536,000 „?

Die moeten dus weêr opgeslurpt of verdampt zijn.

### III. *Waterbezwaar van* 1 *tot* 9 *October* 1872.

In dien tijd viel er slechts 9,3 mm. meer regen dan er verdampte, en de krachtige bijna voortdurende werking der stoomtuigen schafte veel meer water weg dan er gevallen was, zoodat dan ook de stand van het polderwater van 4,53 — A.P. tot 5,09 — A.P. werd teruggebragt en dus 0,56 meters daalde. De toestand was nu de volgende:

Aangevoerd door den regen, na aftrek der verdamping 93 M³ per hect. of over 18150 hect. 1,688,000 M³

Opgebragt door den Leeghwater in 146 uren à 15920 M³. . . . . 2,324,320

Opgebragt door den Cruquius in 198 uren à 16510 M³. . . . . 3,268,980

Opgebragt door den Lijnden in 216 uren à 18020 M³. . . . . 3,892,320

Te zamen in rond cijfer. . . . ——— 9,486,000 „

Dus méér opgebragt . . . . . 7,798,000 „

Het water, uit de slooten verwijderd, door 0,56 M. verlaging, vertegenwoordigt eene watermassa bij 950 hectaren wateroppervlak van . 5,320,000 „

Er blijven dus 2,478,000 M³ water onverantwoord, die men moet aannemen dat van lieverlede uit het land in de slooten zijn nagezakt.

IV. *Waterbezwaar van* 10 *tot* 16 *October* 1872.

Naauwelijks waren de polderslooten weêr tot een laag peil teruggebragt of aanhoudende regens deden het weêr stijgen. De gevallen regen (waaronder de beruchte regenval van 15 October behoorde, van 46.2 millimeters) overtrof de verdamping met 75,4 millimeters of met 754 M³ per hectare, gevende over 18150 hectaren. . . . . 13,685100 M³

De drie stoomtuigen bragten op:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| de Leeghwater in | 35½ uur à | 15920, | 565,160 M³ | |
| „ Cruquius | „ 102¼ | „ „ | 16510, 1,692,275 | „ |
| „ Lijnden | „ 80½ | „ „ | 18020, 1,450,610 | „ |
| Te zamen in rond cijfer . . | | | ———— | 3,708,000 „ |
| Zoodat nog overbleven . . . . . | | | | 9,977,100 „ |
| Het water in de slooten gestegen zijnde van 5,09 tot 4,42 — A.P. of 0,67 meter, gaf dit eene waterberging bij 1000 hect. oppervlak van | | | | 6,700,000 „ |
| en in de inundatie der lage terreinen van. . . | | | | 600,000 „ |
| te zamen . . | | | | 7,300,000 „ |
| Zoodat nog onverantwoord overbleven . . | | | | 2,677,100 „ |

V. *Tijdvak van* 17 *tot* 27 *October* 1872.

Nu volgde een tijdperk, waarin de verdamping den gevallen regen met 4,2 millimeters of 42 M³ per hectare overtrof.

Er verdwenen dus uit den polder door méér verdamping dan regen over 18150 hectaren. . . . . 762,300 M³

De werktuigen bragten op:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| de Leeghwater in | 203½ uur à | 15920, | 3,239,720 M³ | |
| „ Cruquius | „ 264 | „ „ | 16510, 4,358,640 | „ |
| „ Lijnden | „ 264 | „ „ | 18020, 4,757,280 | „ |
| Te zamen in rond cijfer. . . | | | ———— | 12,356,000 „ |
| Er verdwenen dus uit den polder . . . | | | | 13,118,300 „ |
| Het water in de slooten daalde van 5,17 tot 4,42 — A.P. dus 0,75 meters. | | | | |
| Dit geeft een inhoud van weggeschaft slootwater, bij 1000 hect. slootoppervlak van. . . | | | | 7,500,000 „ |
| Dus minder dan werkelijk zijn verdwenen . | | | | 5,618,300 „ |

Ook hier blijkt het dat er eene aanzienlijke massa water uit de landen naar de slooten is toegezakt.

### VI. *Waterbezwaar van* 28 *tot* 31 *October* 1872.

Vernieuwde regens in deze vier laatste dagen van October bragten weer 36 mm. méér water aan dan er verdampte, en dit gaf, à 360 M³ per hectare, over 18150 hect. eene watermassa van . . . . . 6,534,000 M³

De drie stoomtuigen bragten op:

| | | | |
|---|---|---|---|
| de Leeghwater in 10 uur à | 15920, | 159,200 M³ | |
| " Cruquius " 96 " " | 16510, | 1,584,960 " | |
| " Lijnden " 55 " " | 18020, | 991,100 " | |
| Te zamen in rond cijfer . . | | ———— | 2,735,000 " |

Dus minder afgevoerd dan aangevoerd, of achtergebleven. . . . . 3,799,000 "

De waterstand der slooten steeg van 5,17 tot 4,93 — A.P. dus 0,24 meters, vertegenwoordigende bij 860 hectaren. . . . . 2,064,000 "

Bleven dus nog over voor opslurping en meer verdamping. . . . . 1,735,000 "

### VII. *Beschouwingen over de verschillen tusschen aanvoer en afvoer van water.*

De hiervoren medegedeelde uitkomsten te zamen trekkende, ziet men, dat MEER water is *aangevoerd* in den polder, dan schijnbaar *afgevoerd* uit den polder:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Van 16—31 Julij 1867, | 3351800 M³ | over 17350 hect. land of | 12.07 p. hect. en dag. |
| " 20—30 Sept. 1872, | 11536000 M³ | " 17250 hect. land of | 60.81 p. hect. en dag. |
| " 10—16 Oct. 1872, | 2677100 M³ | " 17150 hect. land of | 22.30 p. hect. en dag. |
| " 28—31 Oct. 1872, | 1735000 M³ | " 17290 hect. land of | 25.10 p. hect. en dag. |

Daarentegen werd MINDER water aangevoerd in den polder dan daaruit is afgevoerd:

Van 1—9 Oct. 1872, 2478000 M³ over 17200 hect. land of 16.01 p. hect. en dag.
" 17—27 Oct. 1872, 5618300 M³ " 17150 hect. land of 29.78 p. hect. en dag.

De waarnemingen zoowel voor verdamping als voor gevallen regen, als juist aangenomen, zouden die feiten alleen daardoor verklaard kunnen worden: dat het land in de vier eerste gevallen, het meerdere water heeft opgeslurpt, en dat in de twee laatste gevallen dergelijk water, naar de slooten zakkende, den aanvoer vergroot heeft. Het is dan echter nog volstrekt niet duidelijk, om welke reden die verschillen zoo verre uit elkander loopen.

Neemt men met den Heer A. ELINK-STERK *) aan, dat de gewone verdampings-meters te veel verdamping aangeven, dan worden in de vier eerste gevallen die niet verantwoorde watermassa's nog grooter door het toenemen der massa: *regen min verdamping*, en alleen in de twee laatste gevallen worden de verschillen geringer. Ook deze oorzaak is nog onvoldoende om de groote waargenomen verschillen te verklaren, en de meerdere reeds door wijlen den Heer C. VAN DER STERR te Helder waargenomen verdamping van *land* dan van water, zal hier ook in aanmerking moeten komen.

## VIII. *Beschouwingen over de kwel.*

Bij de vorige redeneringen is de invloed van het kwelwater buiten rekening gelaten; en het voorgaande heeft bij mij de vraag doen ontstaan: of de invloed van dé kwel aanzienlijk is? Ware dit toch het geval, dan moest men vinden, dat er méér water opgepompt was dan regen gevallen. Juist het omgekeerde doet zich voor; de gevallen watermassa overtreft reeds vrij verre de opgepompte hoeveelheid.

Ware de kwel aanzienlijk, dan kon het niet voorkomen dat de verdamping alleen de slooten deed uitdrogen, en omzien naar middelen tot waterverversching.

---

*) *Weekblad van Haarlemmermeer*, 1872, N°. 16, van Vrijdag 19 April, 2e en 3e Bladz.

Ofschoon dus welligt locaal, op eenig gegeven punt, doorkwelling mogelijk is, schijnt zij toch op den stand van het polderwater geen grooten invloed uit te oefenen.

## IX. *Waterbezwaar op den boezem.*

De overgelegde graphische voorstellingen toonen duidelijk aan, dat het waterbezwaar op den boezem niet zoo onmiddellijk van den gevallen regen min de verdamping afhangt als in den polder het geval is. Toen den 15den October 46 millimeters regen vielen, was het polderwater op zijn hoogst den 17den, en die verhooging was aanmerkelijk. Ook de boezem was wel den 17den op zijn hoogst, maar betrekkelijk minder hoog dan het polderwater. En dit is natuurlijk, daar het water plotselijk in den polder valt, maar slechts langzaam door stoomkracht daaruit verwijderd wordt. Immers, de grootste werking der stoomtuigen, zijnde die van 17 op 27 October, vertegenwoordigt slechts eene hoeveelheid van 46 M³ per 1000 hectaren per minuut, gelijkstaande met eene waterschijf van 6,6 mm., dus slechts $\frac{1}{7}$ van den op 15 October gevallen regen.

De boezemstand hangt voorts grootendeels af van de gelegenheid tot loozing; deze ontbrak bijna geheel van 20 tot 28 Sept. 1872, 8 uren van 23 en 24 Sept. uitgezonderd.

Merkwaardig is de overeenkomst van de uitkomsten der stoombemaling in de Haarlemmermeer met de berekeningen van SIMONS en GREEVE, die 10,5 paardekrachten per 1000 hectaren 1 meter hoog voldoende rekenen, vertegenwoordigende $10{,}5 \times 4{,}5 = 47{,}25$ M³ per minuut; dus iets meer nog dan de 46 M³ afvoer die voldoende zijn gebleken om, in onvoordeelige omstandigheden, den polder droog te houden.

---

Het is te wenschen dat méér waarnemingen, vooral over verdamping van *grond* en van *water*, reeds door BRUNINGS vóór eenen eeuw ongeveer noodig geacht en door den Heer VAN DER STERR te Helder aangevangen, meer licht over het verdwijnen van die millioenen cub. meters water moge verspreiden, daar hunne verdwijning toch moeijelijk alleen aan de opslurping van

den grond kan worden toegeschreven. Die opslurping zal natuurlijk grooter zijn, naarmate de aan waterlast voorafgaande droogte langer heeft geduurd en sterker is geweest, maar zij kan toch niet de verdwijning van zulke kolossale watermassa's verklaren in polderlanden die betrekkelijk weinig boven water gelegen zijn. In hoogere bovenlanden daarentegen is dat aanvankelijk verdwijnen van den meesten gevallen regen een zeer bekend feit, waarvan ik slechts een paar voorbeelden uit waarnemingen in Overijssel wil aanhalen.

Bij den *hoogst bekenden* stand op de Overijsselschen Vecht, die alleen een gevolg is van langen en aanhoudenden regenval, is de afvoer aan de grenzen zeer nabij 40 M³ per secunde, 2400 per minuut, 3,456,000 M³. per etmaal van een hoog gelegen stroomgebied van 194,000 hectaren, gevende dus per etmaal van iedere hectare slechts 18 M³ of eene waterschijf van 1,8 mm., terwijl het dan klaarblijkelijk veel meer moet geregend hebben. Dit waterbezwaar vertegenwoordigt dan slechts 12,5 M³ per minuut van 1000 hectaren, dus betrekkelijk zeer weinig in vergelijking met polderlanden.

Van andere rivieren is de verhouding tusschen de massa afgevoerd water en de gevallen massa regen min verdamping zeer uiteenloopend. Ik stel mij voor nader hierop terug te komen.

Het is vooral de gesteldheid van den ondergrond, die deze verschillen moet verklaren, en waarin de betrekkelijk groote rijkdom aan water van sommige rivieren, de betrekkelijke armte van andere, eene zijner hoofdverklaringen vindt. Deze, met den aard der bebouwing en met de helling van het terrein, vormen de drie hoofdelementen van waterafvoer in bovenlanden, en later hoop ik ook op die quaestie van de *ontwouding* en *helling* terug te komen.

*Rotterdam*, 28 Mei 1873.

# STAAT A.

## WAARNEMINGEN IN RIJNLAND EN MEER BIJZONDER IN DE HAARLEMMERMEER.

| 1867 | Gevallen regen in millimeters. | | | | Verdamping in millimeters. | | | | Gemiddeld uit de 4 plaatsen. | | Verschillen in millim. | | Waterstanden. | | | | | | Boezem-stand. | Polder-waterstand | Uren werkens der stoomgemalen. | | | Uren loozing. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | Katwijk. | | Spaarndam. | | Halfweg. | | | | | | | | | | | |
| Julij. | Leeghwater. | Cruquius. | Lijnden. | Kruisdorp. | Leeghwater. | Cruquius. | Lijnden. | Kruisdorp. | Regen. | Verdamping. | Méér regen. | Méér verdamping. | Eb | Vloed. | Eb. | Vloed. | Eb. | Vloed. | Oude Wetering. | Kruisdorp. | Leeghwater. | Cruquius. | Lijnden. | Spaarndam. | Halfweg. | Katwijk. | Spaarndam. | Halfweg. | Aanmerking. |
| 16 | 12,8 | 11,0 | 12,2 | 12,4 | 2,6 | 3,6 | 6,1 | 5,8 | 12,1 | 4,0 | 8,1 | — | —0,60 | +1,09 | —0,55 | —0,80 | —0,67 | —0,90 | —0,59 | —4,77 | — | — | — | — | — | — | 14½ | — | |
| 17 | 6,4 | 20,8 | 10,7 | 6 9. | 3,5 | 3,8 | 5,7 | 5,0 | 11,1 | 4,5 | 6,6 | — | —0,66 | +1,16 | —0,72 | —0,79 | —0,70 | —0,91 | —0,60 | —4,74 | — | — | 8 | — | — | — | 16 | — | |
| 18 | 11,7 | 15,2 | 18,6 | 29,8 | 2,6 | 2,7 | 2 6 | 4,0 | 18,8 | 3 6 | 15,8 | — | —0,47 | +1,20 | —0,25 | —0,03 | —0,24 | +0,09 | —0,60 | —4,75 | — | — | 24 | — | — | — | 1½ | — | |
| 19 | 2,6 | 2,7 | 6,1 | 3,9 | 2,5 | 3,1 | 4,1 | 3,9 | 3,8 | 3,4 | 0,4 | — | —0,43 | +1,33 | —0,40 | —0,20 | —0,37 | —0,05 | —0,57 | —4,73 | — | — | 24 | — | — | — | 1½ | — | |
| 20 | 0,8 | — | — | 0,2 | 1,7 | 1,9 | 4,3 | 2,4 | 0,2 | 2,6 | — | 2,3 | —0,40 | +1,37 | +0,06 | +0,78 | +0,10 | +0,75 | —0,54 | —4,77 | — | — | 24 | — | — | — | — | — | |
| 21 | 5,8 | 3,6 | 7,3 | 3,7 | 4,0 | 4,0 | 6,3 | 3,9 | 5,1 | 4,5 | 0,6 | — | —0,52 | +1,14 | —0,40 | +0,32 | —0,38 | +0,13 | —0,51 | —4,80 | — | — | 24 | — | — | — | — | — | |
| 22 | 14,6 | 15,5 | 16,5 | 20,2 | 2,8 | 4,1 | 3,4 | 2,0 | 16,7 | 3,1 | 13,6 | — | —0,43 | +0,97 | —0,34 | +0,08 | —0,33 | +0,04 | —0,46 | —4,75 | — | — | 6 | — | — | 6 | — | — | |
| 23 | — | — | 0,9 | — | 3,8 | 3,9 | 3,8 | 4 3 | 0,9 | 3,9 | — | 3,0 | —0 66 | +0,83 | —0,47 | +0,16 | —0,46 | +0,16 | —0,43 | —4,71 | — | — | 16 | 12½ | 17 | 3½ | 2 | — | |
| 24 | 1,0 | 2,1 | 2,5 | 1,5 | 4,2 | 3,3 | 3,6 | 3,3 | 1,8 | 3,6 | — | 1,8 | —0,69 | +0,81 | —0,36 | +0,10 | —0,34 | +0,04 | —0,44 | — 4 75 | — | — | 24 | 23½ | 24 | 3½ | — | — | |
| 25 | 2,6 | 1,2 | — | 1,0 | 4,5 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 1,6 | 4,3 | — | 2,7 | —0,74 | +0,74 | —0,33 | +0,12 | —0,28 | +0,03 | —0,48 | —4,80 | — | — | 24 | 23½ | 24 | 7 | — | — | |
| 26 | 10,4 | 7,3 | 3,5 | 4,4 | 2,0 | 3,5 | 4,9 | 1,9 | 6,4 | 3,1 | 3,3 | — | —0,51 | +0,81 | —0,36 | +0,13 | —0,35 | +0,10 | —0,50 | —4,85 | — | — | 24 | 23½ | 24 | 6 | — | — | |
| 27 | 2,1 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 2,2 | 2,7 | 2,9 | 2,0 | 1 8 | 2,4 | — | 0,6 | —0 44 | +1,35 | —0 55 | —0,28 | —0,38 | —0,26 | —0,54 | —4,88 | — | — | 9 | 23½ | 24 | — | — | — | |
| 28 | 1,0 | 0,2 | 1,3 | 0,2 | 3,1 | 3,6 | 3,4 | 3,7 | 0 7 | 3,4 | — | 2,7 | —0,36 | +1,28 | +0,02 | +0,52 | +0,08 | +0,59 | —0,51 | —4,81 | — | — | — | 14½ | 13½ | — | — | — | |
| 29 | 10,6 | 13,2 | 11,7 | 14,5 | 1,1 | 1,3 | 2,4 | 0,7 | 12,5 | 1,4 | 11,1 | — | —0,13 | +1,40 | +0,07 | +0,54 | +0,14 | +0 58 | —0,52 | —4,79 | — | — | 7 | 14½ | 13½ | — | — | — | |
| 30 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 2,8 | 2,5 | 4,5 | 3,0 | 0,7 | 3,2 | — | 2,5 | —0,40 | +1,34 | +0,30 | +0,67 | +0,40 | +0,71 | —0,48 | —4,83 | — | — | 24 | 6½ | 5½ | — | — | — | |
| 31 | 0,1 | 0,1 | — | — | 2,4 | 2,3 | 3,5 | 2,6 | 0,1 | 2,7 | — | 2,6 | —0,57 | +1,06 | +0,10 | +0,52 | +0,16 | +0,54 | —0,45 | —4,89 | — | — | 24 | 12½ | 15 | 5 | — | — | |
| | 89,8 | 94,9 | 93,5 | 101,0 | 45,8 | 50,2 | 65,8 | 53,2 | 94,3 | 53,1 | 59,5 | 18,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | verschil 41,2 | | verschil 41,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# WAARNEMINGEN IN RIJNLAND EN MEE

| 1872. | Gevallen regen in millimeters. | | | | Verdamping in millimeters. | | | | Gemiddeld uit 4 plaatsen. | | Verschillen in millimeters. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| September. | Leeghwater. | Cruquius. | Lijnden. | Kruisdorp. | Leeghwater. | Cruquius | Lijnden. | Kruisdorp. | Regen. | Verdamping. | Méér regen | Méér verdamping |
| 20 | 39,4 | 25,7 | 22,7 | 27,3 | 1,5 | 0,5 | 1,1 | 1,1 | 28,8 | 1,1 | 27,7 | — |
| 21 | 21,9 | 23,8 | 23,8 | 34,7 | 1,9 | 0,7 | 0,8 | 7,9? | 26,1 | 2,8 | 23,3 | — |
| 22 | 32,9 | 31,2 | 23,7 | 29,7 | 1,4 | 1 5 | 0,8 | 2 7 | 29,3 | 1,6 | 27,7 | — |
| 23 | 2,5 | 7,6 | 4,0 | 4,9 | 2,6 | 2,4 | 1,2 | 2,1 | 4,8 | 2,1 | 2,7 | — |
| 24 | 4,7 | 5,5 | 5,9 | 5,7 | 1,1 | 5,8 | 0,3 | 0,7 | 5,7 | 2,0 | 3,7 | — |
| 25 | 19,3 | 8,7 | 21,9 | 16,8 | 1,3 | 4,4 | 0,5 | 2,5 | 16,9 | 2,9 | 14,7 | — |
| 26 | 16,0 | 12,9 | 22,7 | 18,2 | 2,0 | 2,5 | 1,1 | 1,6 | 16,2 | 1,8 | 14,4 | — |
| 27 | 5,1 | 5,5 | 11,3 | 7,9 | 1,2 | 1,6 | 1,1 | 0,9 | 7,4 | 1,2 | 6,2 | — |
| 28 | 13,2 | 26,6 | 38,0 | 35,2 | 1,4 | 4,1 | 1,0 | 1,3 | 28,3 | 1,9 | 26,4 | — |
| 29 | 4,3 | 1,5 | 3,9 | 3 6 | 1,0 | 3,1 | 0,7 | 3,8 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | — |
| 30 | 1,4 | — | — | — | 2,7 | 2,1 | 2,4 | 1,5 | 0,3 | 2,2 | — | 1,9 |
| | | | | | | | | Te zamen | 167,1 | 21,1 | 147,9 | |
| | | | | | | | | | 21,1 | | 1,9 | |
| | | | | | | | | Méér regen | 146,0 | | 146,0 | |
| October. | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,1 | — | — | 0,2 | 1,3 | 2,2 | 2,7 | 1,2 | 0,1 | 1,8 | — | 1,7 |
| 2 | 0,6 | 1,0 | 2,8 | 0,6 | 1,1 | 2,4 | 0,6 | 0,4 | 1,2 | 1,1 | 0,1 | — |
| 3 | 21,9 | 8,5 | 16,7 | 17,7 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 1,8 | 16,2 | 1,1 | 15,1 | — |
| 4 | — | — | — | — | 1,6 | 2,7 | 2,0 | 1,2 | — | 1,9 | — | 1,9 |
| 5 | — | 10,0 | — | — | 1,6 | 2,9 | 0,5 | 1,2 | 2,5 | 1,6 | 0,9 | — |
| 6 | 0,2 | — | 0,8 | 0,2 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,2 | 1,3 | — | 1,1 |
| 7 | 0,2 | — | — | 0,2 | 1,2 | 1,5 | 0,7 | 1,1 | 0,1 | 1,2 | — | 1,1 |
| 8 | 0,3 | — | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 0,2 | 1,0 | — | 0,5 |
| 9 | 0,6 | — | 1,7 | 0,4 | 1,1 | 1,6 | 0,2 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | — | 0,2 |
| | | | | | | | | Te zamen | 21,2 | 11,9 | 16,1 | 6,8 |
| | | | | | | | | | , | , | , | , |
| | | | | | | | | Méér regen | , | , | , | , |
| 10 | 4,3 | 6,5 | 8,2 | 5,8 | 2,3 | 2,1 | 0,4 | 1,5 | 6,2 | 2,1 | 4,1 | — |
| 11 | 6,6 | 5,1 | 8,1 | 5,7 | 1,2 | 2,0 | 0,4 | 1,0 | 6,4 | 1,2 | 5,2 | — |
| 12 | 5,5 | 5,1 | 6,7 | 5,3 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 1,0 | 5,7 | 0,9 | 4,8 | — |
| 13 | 17,6 | 6,5 | 10,1 | 10,1 | 1,4 | 1,8 | 0,6 | 1,5 | 11,1 | 1,2 | 9,8 | — |
| 14 | 0,1 | — | — | 0,1 | 1,4 | 2,6 | 1,2 | 1,0 | 0,1 | 1,6 | — | 1,5 |
| 15 | 33,4 | 43,2 | 52,5 | 55,6 | 0,8 | 1,1 | 0,7 | 3,5 | 46,2 | 1,5 | 44,7 | — |
| 16 | 11,6 | 10,1 | 9,1 | 8,8 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 9,9 | 1 6 | 8,3 | — |
| | | | | | | | | Te zamen | 85,6 | 10,2 | 76,9 | 1,5 |
| | | | | | | | | | , | , | , | , |
| | | | | | | | | Méér regen | , | , | , | , |
| 17 | 0,7 | 1,1 | 0,5 | 0,6 | 1,1 | 1,3 | 1,0 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | — | 0,3 |
| 18 | 1,3 | 1,2 | 1,7 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 0,7 | 0,5 | 1,4 | 1,0 | 0,4 | — |
| 19 | 0,4 | — | — | — | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 0,8 | 0,1 | 1,1 | — | 1,0 |
| 20 | 0,1 | — | — | — | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 0,6 | — | 1,2 | — | 1,2 |
| 21 | 2,7 | 1,2 | 2,8 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 0,5 | 2,2 | 1,0 | 1,2 | — |
| 22 | — | — | 0,4 | 0,2 | 1,1 | 0,8 | 1,5 | 0,9 | 0,1 | 1,1 | — | 1,0 |
| 23 | 0,6 | 2,8 | — | 1,3 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | — |
| 24 | 0,6 | 0,4 | — | 0,3 | 0,7 | 0,9 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | — | 0,2 |
| 25 | — | — | 0 2 | — | 0,8 | 1,8 | 1,1 | 0,5 | — | 1,0 | — | 1,0 |
| 26 | 0,3 | — | — | — | 1,0 | 0,5 | 1,2 | 0,7 | 0,1 | 0,9 | — | 0,8 |
| 27 | — | — | — | — | 1,0 | 0,3 | 1,1 | 0,6 | — | 0,8 | — | 0,8 |
| | | | | | | | | Te zamen | 6,1 | 10,3 | 2,1 | 6,3 |
| | | | | | | | | | , | , | , | , |
| | | | | | | | | Méér regen | , | , | , | , |
| 28 | 7,5 | 6,1 | 6,9 | 10,6 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 7,8 | 0,4 | 7,4 | — |
| 29 | 3,8 | 5,9 | — | 0,3 | 0,8 | — | 1,2 | 0,8 | 2,7 | 0,7 | 2,0 | — |
| 30 | 6,8 | 10,1 | 11,7 | 11,7 | 1,2 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 10,1 | 0,6 | 9,5 | — |
| 31 | 26,4 | 10,4 | 20,0 | 13,6 | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,7 | 17,6 | 0,5 | 17.1 | — |
| | | | | | | | | Te zamen | 38,2 | 2,2 | 36,0 | |
| | | | | | | | | Algemeen Totaal | 151,1 | 34,6 | 131,1 | 14,6 |
| | | | | | | | | | 34,6 | | 14,6 | |
| | | | | | | | | Méér regen | 116,5 | | 116,5 | |

STAAT B

IZONDER IN DE HAARLEMMERMEER.

| Waterstanden. | | | | Boezem-stand | Polder-water-stand. | Uren werkens der stoomgemalen. | | | | | Uren sluisgang. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Katwijk. | | Spaarndam | Halfweg. | | | | | | | | | | |
| b. | Vloed. | Afgesloten IJboezem. | Afgesloten IJboezem. | Oude Wetering. | Kruisdorp. | Leeghwater. | Cruquius. | IJpaden. | Spaarndam. | Halfweg. | Katwijk. | Spaarndam. | Halfweg. |
| 46 | + 130 | — 33 | — 35 | — 55 | — 4,87 | 1 | — | 7 | | — | — | — | — |
| 30 | + 137 | — 32 | — 31 | — 50 | — 4,84 | 24 | — | 24 | | 16 | — | — | — |
| 20 | + 150 | — 34 | — 30 | — 45 | — 4,78 | 24 | 16½ | 24 | | 24 | — | — | — |
| 51 | + 84 | — 28 | — 29 | — 38 | — 4,67 | 24 | 24 | 24 | | 24 | 2½ | — | — |
| 45 | + 90 | — 24 | — 35 | — 33 | — 4,72 | 24 | 24 | 24 | | 24 | 5½ | — | 12 |
| 10 | + 115 | — 32 | — 35 | — 26 | — 4,78 | 24 | 24 | 24 | | 19½ | — | 24 | 19 |
| 10 | + 126 | — 45 | — 30 | — 24 | — 4,67 | 24 | 24 | 24 | | 24 | — | 15 | 9 |
| 16 | + 60 | — 18 | — 26 | — 22 | — 4,66 | 24 | 24 | 24 | | 24 | — | 12 | 18 |
| 20 | + 100 | — 22 | — 28 | — 17 | — 4,68 | 24 | 24 | 24 | | 21½ | — | 18½ | 14 |
| 8 | + 100 | — 16 | — 16 | — 17 | — 4,49 | 24 | 24 | 24 | | 24 | — | 10 | 8 |
| 40 | + 105 | — 11 | — 10 | — 18 | — 4,58 | 24 | 24 | 24 | | 24 | 10 | — | — |
| | | | | | | | | | Stoomwerktuig in herstelling. | | | | |
| 62 | + 95 | — 13 | — 15 | — 20 | — 4,57 | 24 | 24 | 24 | | 24 | 12 | — | — |
| 32 | + 105 | — 10 | — 12 | — 22 | — 4,65 | 24 | 24 | 24 | | 24 | 12½ | — | — |
| 53 | + 106 | — 14 | — 18 | — 22 | — 4,70 | 19 | 24 | 24 | | 24 | 7 | — | — |
| 53 | + 110 | — 11 | — 12 | — 20 | — 4 62 | — | 24 | 24 | | 24 | 11½ | — | — |
| 53 | + 110 | — 11 | — 12 | — 22 | — 4,65 | — | 24 | 24 | | 24 | 13½ | — | — |
| 77 | + 90 | — 14 | — 15 | — 26 | — 4,70 | 15 | 19 | 24 | 13 | 24 | 14 | — | — |
| 96 | + 77 | — 14 | — 19 | — 32 | — 4,78 | 24 | 24 | 24 | 21 | 24 | 14 | — | — |
| 70 | + 60 | — 16 | — 20 | — 38 | — 4 90 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 9½ | — | — |
| 73 | + 84 | — 19 | — 28 | — 42 | — 5,09 | 16 | 11 | 24 | 23 | 24 | 4½ | — | — |
| 56 | + 83 | — 23 | — 24 | — 39 | — 5,05 | — | — | 24 | 24 | 24 | 2 | — | — |
| 26 | + 85 | — 24 | — 36? | — 35 | — 5,01 | — | — | 24 | 23½ | 24 | — | — | — |
| 51 | + 50 | — 21 | — 28 | — 35 | — 5,01 | — | 6½ | 18 | 24 | 16 | 1½ | — | — |
| 25 | + 70 | — 23 | — 29 | — 38 | — 4,92 | — | 24 | — | 24 | Herst. v. ket. | 5½ | — | — |
| 73 | + 76 | — 18 | — 19 | — 38 | — 4,82 | 7½ | 24 | — | 24 | | 12 | — | — |
| 30 | + 130 | — 17 | — 14 | — 38 | — 4,78 | 24 | 24 | — | 23½ | | — | — | — |
| 30 | + 82 | — 10 | — 17 | — 28 | — 4,42 | 4 | 24 | 14½ | 24 | | 12 | — | — |
| 08 | + 73 | — 8 | — 10 | — 28 | — 4,42 | — | 24 | 24 | 24 | — | 13½ | — | — |
| 38 | + 87 | — 11 | — 14 | — 32 | — 4,44 | 21 | 24 | 24 | 23½ | — | 13½ | — | — |
| 33 | + 90 | — 17 | — 18 | — 37 | — 4,48 | 24 | 24 | 24 | 24 | 15½ | 9½ | — | — |
| 26 | + 80 | — 20 | — 20 | — 40 | — 4,52 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 6½ | — | — |
| 24 | + 84 | — 19 | — 24 | — 42 | — 4,57 | 24 | 24 | 24 | 23½ | 24 | 7 | — | — |
| 26 | + 77 | — 17 | — 24 | — 44 | — 4,62 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 8½ | — | — |
| 35 | + 76 | — 16 | — 20 | — 45 | — 4,69 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 5½ | — | — |
| 28 | + 60 | — 16 | — 20 | — 48 | — 4,76 | 24 | 24 | 21½ | 24 | 24 | 9 | — | — |
| 50 | + 62 | — 18 | — 20 | — 50 | — 4,85 | 24 | 24 | 24 | | 24 | — | — | — |
| 45 | + 30 | — 20 | — 23 | — 50 | — 5,00 | 14½ | 24 | 24 | | 24 | — | — | — |
| 47 | + 50 | — 23 | — 27 | — 42 | — 5,17 | — | 24 | 24 | Ketelreparatie. | 24 | 2 | — | — |
| 76 | + 45 | — 22 | — 20 | — 40 | — 5,16 | — | 24 | 10 | | 24 | 7½ | — | — |
| 58 | + 90 | — 25 | — 24 | — 40 | — 5,16 | — | 24 | 17 | | 24 | 8 | — | — |
| 77 | + 107 | — 28 | — 40 | — 35 | — 5,06 | — | 24 | 4 | 15 | 24 | 4½ | 4 | — |
| 77 | + 140 | — 22 | — 25 | — 31 | — 4,93 | 10 | 24 | 24 | 24 | 24 | — | — | — |

# OVER

# VERANDERLIJKE OF ONVERANDERLIJKE

## VERBINDINGSWAARDE DER ELEMENTEN.

DOOR

**P. J. VAN KERCKHOFF.**

In de scheikunde der latere jaren is een belangrijk beginsel opgenomen dat vroeger onbekend was en krachtens hetwelk men groote vorderingen heeft gemaakt in de voorstelling, die men zich vormt van de wijze waarop in de verbindingen de elementen met elkander zijn verbonden. De theoretische beschouwingen uit dit beginsel voortvloeiende hebben tevens een' onmiskenbaren invloed uitgeoefend op de vermeerdering der feitelijke kennis. Het beginsel, hetwelk men dat der valentie of verbindingswaarde der elementen noemt, stelt in het algemeen vast, dat de atomen der elementen onderling niet alle aequivalent zijn, maar dat er verschillende groepen bestaan, welker atomen, ofschoon onderling aequivalent, met twee of meer atomen van een tot maatstaf aangenomen element in waarde gelijk staan. In den tijd toen men niet van atomen, maar van aequivalenten sprak, nam men bloot de bewezen wet aan, dat de elementen elkaâr in bepaalde gewichtsverhoudingen kunnen vervangen, zonder nogtans (dit mag wel ter loops herinnerd worden) aan de feiten getrouw te blijven, b.v. bij de stikstof. Men had er de waarneming buiten gelaten dat de kleinst mogelijke in verbindingen in- of uittredende hoeveelheden voor vele elementen niet in de verhouding dier aequivalenten staan.

Moge er nu al tamelijke eenstemmigheid omtrent het beginsel der valentie in het algemeen heerschen, ten aanzien van

eene bijzonderheid bij de nadere beschouwing er van bestaat er verschil van gevoelen. Terwijl sommigen aannemen dat voor elk elementair atoom de valentie eene onveranderlijke grootheid is, dat zij even onveranderlijk is als het atoomgewicht, zijn anderen van gevoelen dat hetzelfde atoom dan eens met eene kleinere, dan eens met eene hoogere valentie optreedt. Met andere woorden: er bestaan tegenwoordig twee met elkaâr in tegenspraak zijnde theoriën, die der constante en die der veranderlijke valentie.

Zooals meermalen het geval is, kan ook hier de strijd der meeningen tot geene oplossing voeren, indien men het omtrent de beteekenis der gebezigde woorden niet eens is. Verstaat men, zooals sommigen doen, door valentie de aanduiding van het maximum getal atomen van eenig als eenheid aangenomen radikaal dat door een gegeven element kan worden opgenomen, dan volgt uit deze bepaling zelve, dat de valentie voor dat element onveranderlijk is; het begrip van veranderlijkheid wordt reeds dadelijk uitgesloten. Maar vraagt men met welk getal univalente radicalen eene gegeven stof werkelijk in verbinding wordt aangetroffen en benoemt men, naar aanleiding van de beantwoording dezer vraag door de ervaring, met den naam van valentie het getal dat men dus verkrijgt, dan blijkt het dat dit laatste niet altijd hetzelfde is. En het kan niet anders of men noemt de valentie veranderlijk.

Zonder nadere toelichting schijnen dus de beide zienswijzen elkander inderdaad uit te sluiten. En toch is in menig geval de tegenspraak zoo scherp niet. Het verschil ligt niet zelden meer in de gebezigde woorden dan in de zaak zelve. Beschouwen wij deze van meer nabij. Natuurlijk steunen de voorstanders der beide meeningen op dezelfde feiten, en hun doel is ook hetzelfde, namelijk die feiten als noodzakelijke gevolgen van een eenvoudig beginsel af te leiden.

Hooren wij nu welke uiteenzetting beide theoriën van een zelfde feit geven en kiezen wij daartoe een van de talrijke eenvoudige voorbeelden, die hiertoe kunnen dienen. Één atoom koolstof vormt met één atoom zuurstof het kooloxyde, met twee atomen zuurstof het koolzuur anhydride. Degenen, die de valentie als constante waarde opvatten noemen het atoom koolstof

om zeer voldoende redenen quadrivalent en als zoodanig fungeert het evident in het koolzuur; doch ook in het kooloxyde noemen zij het quadrivalent, ofschoon het daar met slechts één atoom van de bivalente zuurstof verbonden is; maar, voegen zij er bij, in de laatste verbinding is het atoom koolstof onverzadigd, d.i. het bezit twee vrije valenties.

Zij, die de veranderlijkheid der valentie aannemen, houden staande dat deze in het aangehaalde voorbeeld duidelijk in het oog springt. In het kooloxyde is het atoom koolstof bivalent, omdat het met slechts één bivalent atoom zuurstof verbonden is. Met die valentie is evenwel zijn vermogen van zich met zuurstof te verbinden, niet uitgeput; onder andere omstandigheden kan het een tweede atoom zuurstof opnemen en dan als quadrivalent fungeeren. Maar dat het reeds met 1 at. O verbonden at. C nog een tweede kan opnemen en dat het dus vatbaar is om onder bepaalde omstandigheden quadrivalent op te treden, loochenen de voorstanders der veranderlijke valentie niet; het is een feit. Zoo lang echter de molecule kooloxyde onveranderd voortbestaat, zoolang bedraagt in die verbinding de valentie slechts twee.

Nu mag men vragen: is het iets anders dan een woordenstrijd, wanneer de een zegt: het at. C is altijd quadrivalent, doch in sommige stoffen zijn er van die vier valenties slechts twee verbruikt, en de beide overige zijn vrij, terwijl de ander verklaart in de eene verbinding is het at. C bivalent, in de andere quadrivalent. In die laatste verklaring immers ligt implicite opgesloten dat de koolstof der eerste verbinding het vermogen bezit nog twee valenties tot binding eener nieuwe hoeveelheid stof beschikbaar te hebben. Het onderscheidt ligt slechts daarin, dat de een meer acht geeft op de valentie zooals zij in de onveranderd voortbestaande verbinding aanwezig is, en de ander meer op het maximum der valentie dat het atoom zijns inziens kan uiten.

Er zijn alzoo, blijkens het voorgaande, gevallen in welke de beide zienswijzen omtrent de valentie met elkaâr in overeenstemming zijn te brengen. Maar in vele andere is de verklaring, die zij omtrent de constitutie van stoffen geven eene geheel verschillende. Het is mijn voornemen niet hier in vele

bijzonderheden op die verschillen te wijzen; het moge genoeg zijn enkele voorbeelden daarvan aan te halen.

Om het beginsel der onveranderlijke valentie te redden, b.v. voor zulke univalente elementen als Cl, Br, I, enz. wordt door velen aangenomen dat in de verbindingen dier elementen, in welke het aantal zuurstof-atomen grooter is dan dat der waterstof-atomen, die zuurstof-atomen ten deele onderling vereenigd zijn, in plaats van met hunne geheele valentie aan het multivalent atoom te zijn verbonden. Deze meening vindt in de bekende feiten weinig steun. Immers die stoffen in welke men zulk eene onderlinge binding van zuurstof-atomen met zekerheid mag aannemen, kenschetsen zich door de gemakkelijkheid waarmede zij zich ontleden onder afgifte van O (b.v. waterstofperoxyde $H_2O_2$, $Ba\,O_2$, enz.). En dit is het geval niet b.v. met de zuren van het chloor, die des te bestendiger zijn, naarmate zij meer zuurstof-atomen bevatten. De ontledingswijzen en producten van zulke zwavelverbindingen als $H_2SO_3$, $H_2S_2O_6$, $H_2S_3O_6$, $H_2S_4O_6$, $H_2S_5O_6$ zouden het verschil in onderlinge binding kunnen toelichten. Sommige scheikundigen nemen b.v. aan dat het overchloorzuur tot constitutie-formule zou hebben Cl-O-O-O-O-H, doch hoe is het dan gesteld met de verbindingen $H_3IO_5$ en $H_5IO_6$, voor welke zulk eene interpretatie niet mogelijk is. Gaat men voor deze op dezelfde wijze te werk, dan moet in het eerste het iodium minstens trivalent, in het laatste minstens quintivalent zijn, tenzij men beide stoffen tot de zoogenoemde moleculverbindingen brenge, eene onderstelling, die bezwaarlijk met hare eigenschappen en die van de zouten dezer zuren te rijmen is.

Zulke stoffen nu als die van het aangehaalde voorbeeld voeren noodzakelijkerwijze tot het besluit dat, indien I b.v. in de meeste verbindingen als univalent fungeert, het in $H_3IO_5$ en $H_5IO_6$ met eene hoogere valentie optreedt.

Er blijft dus, wanneer men de onveranderlijkheid der valentie aanneemt en tevens veronderstelt dat er onderlinge binding van zuurstof-atomen plaats heeft, niets anders over dan voor het iodium de valentie op vijf te stellen, dan zal het dus heeten dat iodium quintivalent is, maar dat in de meeste verbindingen dat element vier vrije valenties bezit.

Het komt mij voor dat de beslissing omtrent constante of variëerende valentie niet in abstracto kan geschieden; dat men bij de discussie over deze vraag steeds te veel het oog gevestigd houdt op dat ééne atoom, welks verbindingswaarde men wenscht vast te stellen, en stilzwijgend aanneemt dat zijne valentie onafhankelijk zou zijn van den aard der atomen waarmede, van de omstandigheden onder welke het in verbinding treedt of reeds verbonden is.

Daarom wensch ik de opmerkzaamheid op eenige punten te vestigen, die, naar ik meen, bij het onderzoek der valentie òf geheel uit het oog verloren, òf althans niet genoegzaam in rekening gebracht worden.

In de eerste plaats is het de aard der atomen, die met een bepaald atoom in verbinding zijn of gaan treden, waarop ik doel. Reeds in 1865, bij gelegenheid dat ik opmerkzaam maakte op de toenmaals heerschende verwarring tusschen affiniteit en atomiciteit (valentie), heb ik met korte woorden er op gewezen dat hetzelfde atoom twee verschillende valenties kan bezitten, naarmate het met verschillende elementair-atomen te zamen treedt.

Wel is waar neemt, zooals de lang bekende wet der veelvoudige verhoudingen het uitspreekt, eenzelfde element verschillende hoeveelheden van een en hetzelfde andere element op, en dit pleit dus reeds voor de veranderlijke valentie, maar wij vinden vooral een verschil in de verbindingswaarde, wanneer wij nagaan welk het maximum is dat van verschillende radicalen wordt opgenomen. De volgende voorbeelden kunnen dit ophelderen.

| Een atoom. | met | met | met | met |
|---|---|---|---|---|
| Au | I | $(OH)_3$ | | |
| N | $H_3$<br>$Cl_3$<br>O(OH) | $H_4Cl$<br>$(OH)_5$<br>$O(OH)_3$ | | |

| Een atoom. | met | met | met | met |
|---|---|---|---|---|
| P | $H_3$<br>$Cl_3$ | $Cl_5$<br>$H_4I$<br>$O(OH)_3$ | | |
| As | $H_3$<br>$Cl_3$ | $(C_2H_5)_4Cl$<br>$O(OH)_3$ | | |
| Sb | $H_3$<br>$Cl_3$ | $Cl_5$<br>$(C_2H_5)_4Cl$<br>$O(OH)_3$ | | |
| Bi | $Cl_3$<br>$(C_2H_5)Cl_2$<br>$O(OH)$ | $O_3 \cdot OH)$ | | |
| S | $H_2$<br>$Cl_2$<br>$K_2$ | $Cl_4$<br>$(C_2H_5)_2I$ | $(OH)_6$<br>$(OH)_4Cl_2$<br>$(OH)_2Cl_2$ | |
| Se | $H_2$<br>$Cl_2$<br>$K_2$ | $Cl_4$<br>$O_2$<br>$O(OH)_2$ | $O_2(OH)_2$ | |
| Te | $H_2$<br>$Cl_2$<br>$K_2$ | $Cl_4$<br>$O_2$ | $O_2(OH)_2$ | |
| Cl | H<br>(OH)<br>K | O(OH) | $O_2(OH)$ | $O_3(OH)$ |
| Br | H<br>K | | $O_2(OH)$ | $O_3(OH)$ |
| I | H<br>K<br>Cl | $Cl_3$ | $O_2(OH)$ | $O_3(OH)$ |
| Pb | $Cl_2$ | $O_2$ | | |

| Een atoom. | met | met | met | met |
|---|---|---|---|---|
| Fe | $Cl_3$<br>$(OH)_3$ | $S_2$<br>als $(Fe_2^{VI}) . Cl_6$<br>" $(OH)_6$<br>" $O_3$ | $O_3(OK)_2$ | |
| Mn | $Cl_2$<br>$OH)_2$ | $Cl_4$<br>$O(OH)_2$<br>$O_3$<br>als $(Mn_2^{VI}) . O_3$ | $F_2$<br>$O_2 OH)_2$ | als $(Mn_2) . O_3(OH)_2$ |
| Cr | $Cl_2$<br>$OH)_2$ | $O_3$<br>als $(Cr_2) . O_3$ | $F_6$<br>$O_3$<br>$O_2 OH)_2$ | als $(Cr_2) . O_3(OH)_2$ |
| Mo | $Cl_2$ | $Cl_4$ | $F_6$ | |

In de aangehaalde voorbeelden is verondersteld, dat in de verbindingen der elementen met waterstof en zuurstof de atomen der waterstof als hydroxyl aan het multivalent atoom aansluiten, en dat de meerdere atomen zuurstof met hunne geheele valentie er mede verbonden zijn. Deze veronderstelling is reeds hier boven ter loops besproken en kan, meen ik, door de beschouwing der zuurhydraten en zouten gewettigd worden.

Gaat men het bovenstaande overzicht, dat aanmerkelijk kan worden uitgebreid, opmerkzaam na, dan komt men tot deze gevolgtrekkingen:

1°. dat de valentie der elementair-atomen wel degelijk afhankelijk is van den aard der andere stoffen enkelvoudige en samengestelde radicalen, die er verbindingen mede vormen.

Om dit door enkele voorbeelden toe te lichten, wijs ik op stikstof, welks atoom niet meer dan drie atomen H of Cl, daarentegen 5 atomen OH opneemt; op phosphorus en antimoon, die van H niet meer dan 3, van Cl 5 at. kunnen binden; op Au dat van I met één at., van (OH) met 3 at. in verbinding kan zijn.

Nergens blijkt dit zoo duidelijk als bij de groep van den zwavel. Het maximum van waterstof-atomen, waarmede een at.

dier elementen zich vereenigt, bedraagt slechts twee. Bij het chloor wordt het vier en stijgt bij het hydroxyl tot zes. Maar ook bij de halogenen laat zich het verschil bemerken. Terwijl deze ten opzichte van waterstof en de metalen als univalent fungeeren, zijn dezelfde at. tri-, quinque- en zelfs septemvalent, wanneer zuurstof en hydroxyl beide of ook enkel zuurstof de andere bestanddeelen vormen.

2°. De geringste valentie der elementen wordt meestal aangetroffen ten opzichte der waterstof. Bij vereeniging met chloor, al levert het besproken atoom daarmeê eene overeenkomstige verbinding, is er meestal nog eene andere verbinding in welke de valentie hooger stijgt. De hoogste valentie treft men aan bij de verbindingen, die, hetzij zuurstof alleen bevatten, hetzij zuurstof, die tevens aan waterstof, of aan een metaal of aan een zuurradicaal gebonden is. In enkele gevallen is ten opzichte van het fluor de valentie insgelijks zeer hoog.

3°. Treden met een elementair atoom tegelijkertijd verschillende enkelvoudige of samengestelde radicalen te zamen, dan is de verbindingswaarde hooger, dan wanneer al de verbonden atomen homogeen zijn.

Tot de meest elementaire en veelvuldigst voorkomende waarnemingen in de wetenschap behoort voorzeker deze, dat er een groot verschil bestaat in de gemakkelijkheid, waarmede verschillende radicalen van dezelfde valentie bij eene reeds bestaande molecule worden opgenomen of in zulk eene molecule andere bestanddeelen vervangen. Dat de aard der in de molecule aanwezige en met het multivalente atoom verbonden elementen daarop een zeer overwegenden invloed uitoefent, blijkt uit de eenvoudige aanhaling dat in eene molecule, welke reeds een zoogenaamd zuur-radicaal bevat, de nog aanwezige waterstof gemakkelijker door een zoogenaamd positief atoom wordt vervangen, dan door een negatief; en zoo ook omgekeerd. Ik acht het overbodig dit met aanhalingen te staven.

Hiermede staat nu ook de hoogere valentie in verband, die men, zooals boven gezegd, dikwijls opmerkt, in het geval dat de door een multivalent atoom opgenomen radicalen niet homogeen, maar heterogeen zijn. Mag men b.v. niet aannemen dat de stikstof, die èn van waterstof èn van chloor beide slechts

drie at. op kan nemen, als ammoniak, juist omdat zij reeds positive waterstof bevat buiten staat zijnde nog 2 at. van deze op te nemen, zich wel twee univalente at. kan toeëigenen, indien één dezer een tegengesteld karakter draagt, b.v. chloor. Bij de zuren en zuurhydraten treft men talrijke voorbeelden eener dergelijke werking aan; tusschen een at. bivalente zuurstof, en 2 at. van het univalente hydroxyl vindt men, ofschoon in verbindingswaarde gelijk staande, een verschil in de vatbaarheid om zich met een multivalent atoom te verbinden; men kent vele zuren, in welke het niet gelukt is één gebonden at. O door twee groepen OH te vervangen, om slechts enkele te noemen: $H_5IO_6$, $H_3PO_4$, $HSbO_3$, $CO_3$, enz.

4°. In vele gevallen merkt men op dat de valentie van een element geringer is ten opzichte van een ander, dat in aard en eigenschappen er veel van verschilt, dan ten opzichte van zulk een element, dat er meer overeenkomst mede bezit.

5°. Wanneer uit eenige molecule door zuivere splitsing twee verschillende kunnen ontstaan (beide verzadigd) dan geschiedt zulks niet zelden. Dit wordt vooral waargenomen bij de hoogere hydroxyl-verbindingen, die zich gemakkelijk ontleden in water en eene verbinding, in welke de zuurstofatomen met hunne geheele valentie aan het multivalent atoom gebonden zijn.

Als men het hierboven gegeven overzicht, dat slechts zeventien elementen bevat en niet meer dan enkele van de met deze in verbinding voorkomende radicalen aangeeft, verder tot alle elementen uitbreidt, dan ontwaart men dat de meeste elementair-atomen eene van den aard der enkelvoudige of zamengestelde radicalen afhankelijke valentie bezitten. Het getal der elementen, welker atomen eene constante verbindingswaarde hebben, is betrekkelijk gering.

Voor waterstof bestaat er volstrekt geen reden om aan te nemen, dat zij ooit met eene andere valentie dan één voorkomt en daarin ligt juist de grond, waarom dit at. bij voorkeur als maatstaf der valentie wordt aangenomen. Ook van zuurstof is de valentie, wanneer men zich van gewrongen groepeeringen onthoudt, eene constante grootheid. Buiten deze elementen zijn het alleen de alkalische metalen, die steeds univalent, het borium, dat altijd trivalent en het silicium, dat

quadrivalent fungeeren, terwijl ten aanzien van zilver de onzekerheid nog niet geheel is weggenomen. Koolstof eindelijk komt slechts bij uitzondering als bivalent atoom voor.

Het bestaan van chemische verbindingen is aan eene temperatuurgrens gebonden, boven welke de stoffen ophouden te bestaan, doch die in groote mate voor verschillende stoffen kan verschillen. Is het nu geoorloofd, zonder op die temperatuur acht te geven van valentie te spreken, als van eene absolute onveranderlijke grootheid? Is het niet waarschijnlijk dat de valentie van den warmtegraad afhankelijk is, en dat dus een gegeven atoom ten opzichte van andere atomen zijne verbindingswaarde kan wijzigen met klimmende of dalende temperatuur?

De beantwoording dier vraag moet door de ervaring geschieden.

Vestigen wij in de eerste plaats de opmerkzaamheid op de verbindingen van een element met verschillende hoeveelheden van een ander. Uit deze zeer talrijke verbindingen zal het wel niet noodig zijn er vele aan te halen. De volgende voorbeelden mogen voldoende zijn:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $TlBr_3$ | — | $TlBr$ | $Mn_2Cl_6$ | — | $MnCl_2$ |
| $TlCl_3$ | — | $TlCl$ | $Tl_2O_3$ | — | $Tl_2O$ |
| $PtCl_4$ | — | $PtCl_2$ | $PbO_2$ | — | $PbO$ |
| $AuCl_3$ | — | $AuCl$ | $CuO$ | — | $Cu_2O$ |
| $PCl_5$ | — | $PCl_3$ | $Co_2O_3$ | — | $CoO$ |

Al de stoffen in de eerste kolom opgeteekend, en hoe dan ook voortgebracht, op gewone temperatuur bestendig, gaan door verhitting over in de verbindingen der tweede kolom. In deze laatste nu zijn de atomen der multivalente elementen met een geringer aantal at. der andere verbonden dan in de eerste. De dus voortgebrachte nieuwe stoffen zijn ook bij gewonen warmtegraad bestendig, ze blijven bestaan totdat er voorwaarden ontstaan, waarbij ze door opname van het verlorene hare oorspronkelijke zamenstelling terugkrijgen. In al die voorbeelden zien wij de valentie dalen door hoogere temperatuur.

Zonder nu te willen beweren dat door verhooging van warmtegraad de valentie altijd en bij alle elementen moet dalen, is het toch niet gewaagd vast te stellen, dat de valentie

in vele gvallen van de temperatuur afhankelijk is en daalt als deze stijgt.

Er zijn intusschen nog andere omstandigheden, die op de grootte der verbindingswaarde een niet onbelangrijken invloed uitoefenen. Om er onder andere eene te noemen, haal ik de betrekkelijke hoeveelheden aan van stoffen, die zich tot eene meer zamengestelde stof kunnen verbinden. Er zijn zoo ontzettend veel gevallen bekend, dat wij met dezelfde twee stoffen verschillende verbindingen kunnen verkrijgen, naar gelang van de met elkaâr in aanraking komende hoeveelheden, dat ik mij tot eenige beperken moet, om het gezegde toe te lichten:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $PCl_3$ | — | $PCl_5$ | $SnCl_2$ | — | $SnCl_4$ |
| $SbCl_3$ | — | $SbCl_5$ | $ICl$ | — | $ICl_3$ |
| $FeCl_2$ | — | $Fe_2Cl_6$ | $P_2O_3$ | — | $P_2O_5$ |
| $TeCl_2$ | — | $TeCl_4$ | $CO$ | — | $CO_2$ |
| $Hg_2Cl_2$ | — | $HgCl_2$ | $Sn(OH)_2$ | — | $Sn(OH)_4$ |

Het zou onjuist zijn uitsluitend den invloed van ééne der omstandigheden, zooals temperatuur, betrekkelijke hoeveelheden, enz. te beschouwen. Gelijktijdige wijziging van deze kan de verandering der valentie òf bevorderen òf tegengaan. Een sprekend voorbeeld hiervan levert de dampdichtheidsbepaling van $PCl_5$, onlangs door WÜRTZ gedaan, waarbij de dissociatie dier stof (dat is dus in het onderhavige geval de daling der valentie van phosphorus), die reeds bij lage temperatuur begint, door de overmaat van één der ontledingsproducten, namelijk $PCl_3$, wordt verhinderd.

Uit het voorgaande meen ik te mogen afleiden dat de valentie der atomen afhankelijk is

1°. van den aard der atomen, die er mede verbonden zijn;

2°. van de temperatuur;

3°. van de betrekkelijke hoeveelheden.

Of de valentie nog van andere omstandigheden afhankelijk is, zal ik op dit oogenblik niet verder onderzoeken. Uit sommige werkingen meen ik evenwel te mogen opmaken dat er b.v. tusschen valentie en scheikundig arbeidsvermogen een zeker verband bestaat. Zoo weet men dat de 3 elementen Cl, Br en I zich met waterstof slechts in eene verhouding en wel

atoom met atoom verbinden, terwijl zij in staat zijn van zuurstof of hydroxyl zooveel op te nemen dat hunne atomen zelfs als quinquevalent of hooger beschouwd moeten worden. Vergelijken wij daarmede het scheikundig arbeidsvermogen dierzelfde elementen, ten opzichte van waterstof en van zuurstof volgens de proeven van THOMSEN, die gevonden heeft :

| | Cl. | Br. | I |
|---|---|---|---|
| | Cal | Cal. | Cal. |
| (R, H, Aq) | 39315 | 28376 | 13171 |
| ($R_2$, $O_5$, Aq) | — 20477 | — 57589 | + 18717 |

De laatste cijfers kunnen (daar de oplossingen van THOMSEN 200 moleculen water bevatten) genomen worden als geldig voor atomistische verbindingen,

$$2\,R\,(OH)_5 = R_2O_5 + 5\,H^2O \text{ in overmaat van water } *).$$

In dit geval is voor de geringste valentie het arbeidsvermogen zeer groot en voor de hoogste valentie daarentegen zeer gering, ja zelfs voor Cl en Br negatief.

Onverklaard blijft tot nu toe de waarneming dat de valentie der elementen bij verhooging of verlaging steeds met twee verspringt. Wat FRANKLAND daaromtrent zegt, mag immers niet als eene verklaring gelden. Uitzonderingen op dezen regel zijn zoo gering in getal, dat men er toe gebracht wordt te onderzoeken of deze anomaliën soms alleen schijnbaar zijn. Vestigen wij onder die uitzonderingen, waartoe ook Hg Cl en Hg Br behooren, onze aandacht op stikstofoxyde als voorbeeld. Wanneer dit volgens zijne dampdichtheid als molecule moet worden voorgesteld door NO, dan zou daarin òf de stikstof als bivalent òf de zuurstof als uni- of trivalent moeten worden aangenomen. De vraag is nu of die groep NO werkelijk als eene molecule moet worden aangenomen en of het niet mogelijk is dit

*) *Ber. Ch. Ges.* 1873, S. 429.

lichaam, zooals wij het kennen, te vergelijken met de vrije atomen, die te voorschijn komen, wanneer eene zeer hooge temperatuur op moleculen met homogene of heterogene atomen werkt. De hittegraad waarbij zulks geschiedt wisselt met den aard der stoffen zeer sterk af; bij sommige, zooals bij stikstofperoxyde $N_2 O_4$ is het met zekerheid vastgesteld dat het reeds bij lage temperatuur in atomen $NO_2$ begint op te treden. Iets dergelijks is misschien het geval met het stikstofoxyde van hetwelk de ontledingstemperatuur zeer laag kan liggen. Is dit zoo, dan moet die atoomgroep zich door de groote gemakkelijkheid kenmerken, waarmede het verbindingen aangaat, evenals, b.v. waterstof, chloor en andere elementen in vrijwordenden toestand, dat is als atomen, een grooter chemisch arbeidsvermogen bezitten dan als moleculen. Werkelijk neemt men die eigenschap bij het stikstofoxyde waar, zooals blijkt bij de werking van zuurstof, van chloor, van zuren en van ijzeroxydule zouten. Het valt niet te ontkennen dat er tegen deze beschouwing zwaarwegende redenen kunnen worden aangevoerd en wel in de eerste plaats de eigenschap van stikstofoxyde een permanent gas te zijn.

Bij het bespreken van de veranderlijkheid der valentie van elementair-atomen mag men niet verzuimen nog eene andere zaak in de beschouwing op te nemen.

Men neemt namelijk vrij algemeen aan dat in eene verbinding van een multivalent atoom met univalente atomen van dezelfde soort, al die univalente op gelijke wijze, dat is met gelijke kracht gebonden zijn; zoodat b.v. in $CH_4$ geen der waterstofatomen ten opzichte van de koolstof zich van de andere zou onderscheiden.

Dit beginsel schijnt om zijne eenvoudigheid wel het waarschijnlijkste te zijn en kan dus, zoolang er geene feiten tegenspreken, wel aangenomen worden. Men zorge evenwel na te gaan wat men er inderdaad door te verstaan heeft. Noemt men in het aangehaalde voorbeeld, de waterstofatomen achtereenvolgens *a*, *b*, *c*, en *d*, dan heeft men het beginsel aldus te verstaan, dat bij de ontleding der bestaande verbinding geene reden bestaat waarom, b.v. *a* eerder dan *b*, of *b* eerder dan *c* of *d* of omgekeerd de vereeniging met koolstof zou verlaten. Gesteld dus dat b.v. twee at. H uit de verbinding worden

weggenomen (daargelaten of de rest op zich zelf blijft bestaan of niet), dan nemen wij aan dat steeds hetzelfde krachtsverbruik noodig is, welke der atomen *a* en *b*, of *b* en *c*, of *c* en *d*, of *a* en *d* of *a* en *c* of *b* en *d* er uit weggenomen worden. Maar hiernit volgt nog geenszins dat die kracht, noodig om twee der vier atomen H uit te lichten, dezelfde zou zijn als die, welke vereischt wordt, tot wegname der twee overig blijvende. Het is integendeel waarschijnlijk dat de kracht, waarmede de terugblijvende univalente atomen aan het multivalent atoom gebonden blijven, eene andere (meerdere? of mindere?) waarde heeft dan die tot het wegnemen der twee eerste voldoende is.

Formeen $CH_4$ is hier als eenig voorbeeld aangehaald uit een groot aantal stoffen, die insgelijks tot toelichting zouden kunnen dienen.

Niet altijd bemerkt men dat de bindingskracht voor de toetredende atomen van een ander element afneemt met het klimmende getal dier atomen, zooals b.v. bij $PCl_3$ en $PCl_5$; $As_2S_3$ en $As_2S_5$, enz.; in sommige gevallen kan een elementair atoom, dat reeds met een of meerdere verbonden is, gemakkelijker een grooter getal opnemen, dan hetzelfde multivalent atoom de eerste heterogene atomen opnam; zoo gaan b.v. SnO, $SnCl_2$, FeO, $FeH_2O_2$ gemakkelijker respective over in $SnO_2$, $SnCl_4O$, $Fe_2O_3$ en $Fe_2H_4O_5$ dan zij zelve uit de elementen ontstaan. Vermoedelijk ligt de oorzaak daarvan in de moeijelijkheid, waarmede de oorspronkelijke molecule van het multivalente element zich in atomen splitst. Voor koolstof althans is de waarschijnlijkheid daarvan door THOMSEN aangetoond.

Zijn de aan het multivalente atoom gebonden univalente atomen heterogeen, dan zal men wel niet geneigd zijn aan te nemen dat twee heterogene atomen even sterk gebonden zijn. Welk van de heterogene atomen het eerst uit zal treden hangt natuurlijk in de eerste plaats af van het verschil in arbeidsvermogen der beide heterogene atomen ten opzichte van het multivalente atoom, maar verder ook bij gewone chemische werkingen voor een groot deel van den aard der stof, die op de verbinding werkt.

Bij de behandeling van mijn onderwerp heb ik de betrekkelijke grootte der moleculen aangenomen, die men in den laatsten tijd als chemische moleculen aanneemt, zonder mij met de vraag

bezig te houden of die grootte voor vloeibare en vaste stoffen dezelfde is als diegene, die men uit de physische eigenschappen zou meenen te moeten afleiden.

Wanneer men de wet van AVOGADRO als het eenige leidende beginsel aanneemt voor de bepaling der moleculair-grootte, dan is het niet mogelijk deze voor die vaste en vloeibare stoffen te bepalen, welke zelfs bij verminderden druk niet in dampvorm zijn te brengen. Intusschen is het begrip van moleculen in een zuiver chemischen zin toch ook voor deze stoffen geldig; immers is voor deze even zoo goed als voor gassen de opvatting in de beteekenis van betrekkelijk kleinste hoeveelheid, die bij chemische werking optreedt, alleszins gewettigd, ja noodig. Bestaan er nu al voldoende redenen om voor de gassen de chemische molecule als identisch aan te nemen met de physische, voor de vaste en vloeibare lichamen ontbreekt ons tot nu toe een criterium daarvoor. Hierin ligt de grond om voorloopig een onderscheid tusschen chemische en physische moleculen als mogelijk of waarschijnlijk aan te nemen.

Wordt er tegenwoordig door sommige scheikundigen misschien niet al te veel gewicht aan physische eigenschappen toegekend bij de bepaling der chemische moleculair-gewichten, zooals b.v. aan de mindere of meerdere vluchtigheid? Zonder iets te kort te doen aan het belang dier vergelijkende beschouwing van physische en chemische waarden, mag men wel beweren, dat de zuiver chemische medewerking der stoffen op elkaâr veeleer voor de bepaling van de chemische molecule in aanmerking komt en den voorrang verdient dan de physische eigenschappen.

Ofschoon er vele verbindingen, die men vroeger tot de zoogenoemde moleculaire bracht, tot de atomistische gerekend kunnen worden, zooals door verscheiden scheikundigen in den lateren tijd is voorgesteld, bestaan er toch zeer vele hoogere verbindingen, die zich van de gewone atomistische te zeer onderscheiden om zich daaronder te laten rangschikken. Hoe nu zijn deze geconstitueerd? Het is duidelijk dat de oorzaak der aaneenvoeging van moleculen tot zulke hoogere groepen gelegen moet zijn, óf in het arbeidsvermogen van een of meer der elementair atomen in de eene molecule ten opzichte van een of meer atomen in de andere, óf in het arbeidsvermogen van de

eene molecule (als één geheel beschouwd) tot een of meer evenzoo als één geheel aangenomen moleculen. In het eene geval zoowel als in het andere is het te veronderstellen dat die residuele verbindingswaarde der moleculen niet in dezelfde eenheid kan worden uitgedrukt als die der atoomverbindingen en dat men hier met moleculvalenties te doen heeft, die in eene bepaalde, doch nog geheel onbekende verhouding tot de atoomvalenties staan. Welke der beide moleculaire bindingswijzen de ware is, schijnt mij voor het oogenblik voor geene beslissing vatbaar. Wij zijn ten aanzien dezer stoffen ongeveer op hetzelfde standpunt, waarop de dualistische formulen van BERZELIUS ten aanzien der atomistische verbindingen stonden; dat is wij weten nog niet aan te geven wat den band tusschen de moleculen uitmaakt. Schrijven wij het kaliumplatinachloride als $2\,KCl, PtCl_4$, dan duidt deze formule evenmin de aaneenvoeging aan als de dualistische formule $K_2O, SO_3$ aangaf hoe de beide bestanddeelen $K_2O$ en $SO_3$ tot één geheel verbonden waren.

# VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

# KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

# WETENSCHAPPEN.

# VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

# KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

# WETENSCHAPPEN.

---

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

**TWEEDE REEKS.**

ACHTSTE DEEL.

AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1874.

LSoc 3061.25

Harvard College Library
[illegible] 17, 19[illegible]
Transferred from the
Astronomical Observatory,

GEDRUKT BIJ DE ROEVER-KRÖBER-BAKELS.

# INHOUD

VAN HET

# ACHTSTE DEEL

## TWEEDE REEKS.

## MEDEDEELINGEN.


P. L. RIJKE, Over den ijk van gasmeters . . . . . blz. 1.

H. VAN DIESEN, De vermoedelijke oorzaak van den bijzonder hoogen waterstand in Januarij 1643 op de Maas. „ 18.

J. DE JONG, Over de integratie van de lineaire differentiaalvergelijking der tweede orde . . . . . „ 28

D. BIERENS DE HAAN, Bouwstoffen voor de geschiedenis der wis- en natuurkundige wetenschappen in de Nederlanden. . . . . „ 57, 82, 163, 200, 204.

W. KOSTER, Die Pathogenese der Endarteriitis (Met Plaat). „ 100.

P. BLEEKER, Mededeeling omtrent den stand der uitgave van den Atlas ichthyologique des Indes Orientales Néerlandaises . . . . . „ 123.

P. L. RIJKE, Over de drukking, waaronder het gas door gasbranders gevoerd moet worden . . . . . „ 127.

C. H. C. GRINWIS, Over de mechanische theorie van het geluid . . . . . „ 133.

S. C. SNELLEN VAN VOLLENHOVEN, Over de groep der Dryiniden in de familie der Proctotrupiden. Met beschrijving eener nieuwe soort (Met Plaat) . . . . . „ 150.

J. P. NUEL und F. HOSCH, Untersuchungen im Physiol. Laboratorium der Utrechtschen Universität über den Ciliarmuskel des Vogelauges (Met Plaat). . . . . blz. 236.

E. H. VON BAUMHAUER Over een universeelen meteorograaf voor solitair-observatoriën . . . . . „ 255.

P. HARTING, De bodem van het Eemdal . . . . . „ 282.

H. WEYENBERGH, Bijdrage tot de kennis van het visschengeslacht Xiphophorus Heck (Met twee Platen) . . . „ 291.

T. J. STIELTJES, Over den toestand van den Haarlemmermeerpolder in den droogen zomer van 1868 (Met twee Platen). . . . . „ 309.

B. J. TIDEMAN, Over wederstand en voortstuwing van schepen. „ 319.

P. BLEEKER, Typi nonnulli generici piscium neglecti . . „ 367.

P. BLEEKER, Notice sur les genres Ameleleotris, Valenciennesia et Brachyeleotris. . . . . „ 372.

K. W. VAN GORKOM, Nota over de kinateelt op Java . . „ 377.

# OVER DEN IJK VAN GASMETERS.

DOOR

P. L. RIJKE.

Toen onze laatste ijkwet door de Staten-Generaal was aangenomen, werd ik door den Minister van Binnenlandsche Zaken, den heer FOCK, uitgenoodigd, voor de verdere regeling van den ijk der gasmeters, een algemeenen maatregel van inwendig bestuur te ontwerpen. Aan dit verzoek werd door mij voldaan. Bij de toezending van mijn ontwerp gaf ik den Heer FOCK in bedenking het stuk aan het oordeel van eenige gasfabriekanten en vervaardigers van gasmeters te onderwerpen. Vooreerst vond ik het billijk, dat zij, die in deze zaak zoo zeer betrokken waren, door de regeering in de gelegenheid gesteld werden hunne belangen voor te staan, en ten tweede was het zeer mogelijk dat men zich hunne aanmerkingen ten nutte kon maken: — ik was er verre van verwijderd mijn werk als volmaakt te beschouwen.

De antwoorden door den Minister ontvangen waren over 't algemeen ongunstig. Ik had niets anders verwacht. Ik had voorgesteld de Engelsche regeling over te nemen, dewijl een onderzoek *in loco*, zoowel in Frankrijk en België als in Engeland, mij geleerd had, dat alleen in het laatstgenoemde land de misbruiken, waarover geklaagd werd, werkelijk waren opgeheven, en daar de voorgestelde regeling ten gevolge zou hebben, dat de meeste aanwezige gasmeters gewijzigd zouden moeten worden, hetgeen niet kon geschieden zonder aan de eigenaars dier werktuigen — in den regel de gasfabriekanten — kosten te veroorzaken, was niets natuurlijker, dan dat deze tegen mijn ontwerp in verzet zouden komen.

Voordat de heer FOCK de zaak had kunnen afdoen werd hij

door den heer THORBECKE vervangen. Deze besloot de quaestie aan eene administratieve enquête te onderwerpen, en het verslag, door de met die enquête belaste Commissie uitgebracht, is onlangs door de Regeering aan de Tweede Kamer toegezonden.

De Engelsche regeling wordt in dit stuk sterk afgekeurd, de Fransche daarentegen, met eene, mijns inziens, zeer ongelukkige wijziging, uit Duitschland afkomstig, even sterk aanbevolen.

Het is vrij algemeen bekend geworden, dat het eerste ontwerp — 't welk een derde in druk heeft doen verschijnen — van mij afkomstig was. Men zal het mij derhalve, hoop ik, niet ten kwade duiden, dat ik mij in het openbaar verantwoorde. Ik word er te meer toe genoopt, dewijl de Commissie van enquête mijne voor haar afgelegde verklaringen niet alle juist heeft weergegeven en mij zelfs gezegden, die geen zin hebben, in den mond heeft gelegd.

Het zij mij vergund met eene algemeene consideratie aan te vangen. Zij is deze. Het komt mij voor dat de Commissie niet genoeg voor oogen heeft gehad het doel 't welk de wetgever, met het onderwerpen van de gasmeters aan den ijk, heeft willen bereiken. Dit doel was de beslechting van een tusschen de gasverbruikers en gasfabriekanten bestaand verschil. Dat de Commissie de zaak uit een ander oogpunt beschouwd heeft, blijkt reeds daaruit, dat zij geen *geen enkel* gasverbruiker heeft opgeroepen. Behalve mij en eenige vervaardigers en dépothouders van gasmeters heeft zij uitsluitend gehoord personen, die in het bestuur van gasfabrieken betrokken waren, en bij wie derhalve het finantiëel belang dier fabrieken op den voorgrond stond. Dat vervaardigers of dépothouders van gasmeters evenmin beschouwd kunnen worden op een onpartijdig standpunt te staan, blijkt daaruit, dat zij hunne meters in den regel alleen aan gasfabriekanten kunnen verkoopen.

Ik ga nu over tot hetgeen aanleiding van verschil tusschen de Commissie en mij heeft gegeven, namelijk de beproevingswijze van den natten meter.

Het is bekend, dat de aanwijzigingen van dit instrument alleen juist zijn wanneer er eene *bepaalde* hoeveelheid water in

voorhanden is. Is er meer of minder in, dan heeft men eene miswijzing ten nadeele, in het eerste geval, van den verbruiker, in het tweede van de gasfabriek. Ongelukkig is de hoeveelheid water in den meter voorhanden aan groote veranderingen onderhevig. Is de temperatuur van den meter hooger dan die van de in den grond liggende buizen, dan neemt de hoeveelheid water door verdamping voortdurend af; is de temperatuur daarentegen lager, dan heeft het tegenovergestelde plaats, dewijl de waterdamp, dien het door den meter stroomend gas meevoert, in meerdere of mindere mate in den meter tot water wordt verdicht. Daarenboven hebben de bedienden van de meeste, zoo niet alle gasfabrieken in last, bij het nazien der meters, er meer water in te gieten dan noodig is om den waterspiegel op de normale hoogte te brengen.

Die miswijzingen kunnen echter tusschen bepaalde grenzen gehouden worden door twee in elken gasmeter voorhanden organen: den *vlotter* en den zoogenaamden *siphon* of hevel. Daalt het water beneden een zeker peil, dan daalt de vlotter te gelijkertijd — de toevoer van gas wordt belemmerd, de intensiteit van het licht neemt af, en, daalt het water nog lager, dan kan men in 't geheel geen licht meer krijgen. Het water kan daarentegen niet boven een ander, een hooger, peil stijgen zonder in den siphon over te loopen, hetgeen eerst het op- en neergaan der lichten en ten slotte ook het uitgaan er van ten gevolge heeft. Zullen echter vlotter en siphon de miswijzingen werkelijk binnen de vastgestelde grenzen houden, dan moeten zij behoorlijk zijn ingericht en hiervan, het wordt door niemand ontkend, kan men zich alleen overtuigen door den toestel tweemalen te beproeven, éénmaal bij laagsten en éénmaal bij hoogsten waterstand.

Het is nu deze wijze van beproeving die door mij was voorgesteld; zij is de eenige waardoor aan de bedriegelijke handelingen, waaraan sommige fabriekanten zich schuldig maken, voor goed een einde wordt gemaakt. Zij is ook de beproevingswijze die in Engeland door de *wet*, na rijp onderzoek in de beide Parlementshuizen, is voorgeschreven

In België en Duitschland waar de zaak bij *besluiten* van de uitvoerende macht of *instructiën*, en te Parijs alsmede te Lyon,

waar zij door *beschikkingen* van prefecten is geregeld, wordt eene andere beproevingswijze gevolgd. Men vordert dat aan elken natten gasmeter behalve den siphon, zonder welken het werktuig toch geen dienst kan doen, en den vlotter, waarvoor de gasfabriekant wel zorgt, nog aanwezig zij eene omgebogen buis, gewoonlijk *régulateur* genoemd, die in gemeenschap staat met eene zijopening die door een schroef gesloten kan worden. Wil men nu den gasmeter onderzoeken, dan wordt die schroef losgemaakt en men giet in den meter zooveel water, dat het in den *régulateur* overloopt en langs de zijopening begint uit te vloeien. Alsdan wordt de opening gesloten en men kan met de beproeving aanvangen.

Het is deze beproevingswijze die door de Commissie wordt aanbevolen.

Het is echter duidelijk dat de aanwijzingen van het werktuig, wanneer het in dienst wordt gesteld, alleen juist zullen zijn, wanneer het water zich toevallig op de hoogte bevindt waarop het verkeerde toen het werktuig beproefd werd. Daar de siphon niet onderzocht is, kan de inrichting van dien aard zijn, dat het water veel hooger dan die zoogenaamde normale waterlijn staat, en dat niemand kan voorspellen hoe groot de miswijzingen ten nadeele van den verbruiker zullen zijn. — Men bewaart te Londen een gasmeter die de duidelijke kenteekenen draagt van 100 pCt. ten nadeele van den gebruiker te hebben gewezen. — Wat de miswijziugen ten nadeele van den fabriekant betreft, het spreekt van zelf, dat deze geene meters aflevert, zonder de werking van den vlotter te hebben nagegaan en zich te hebben overtuigd, dat hij bij het instrument geene groote schade kan lijden.

Wat antwoordt de Commissie hierop?

„Er bestaat een eenvoudig middel om zich te overtuigen, „dat de meter niet te hoog gevuld is, namelijk door het doen „afloopen van het water door het uitnemen van de daartoe be„stemde schroef, die thans aan alle natte gasmeters gevonden „wordt."

Aan *alle* natte gasmeters? Het zij mij vergund te doen opmerken dat de Commissie zelf mij natte gasmeters, uit eene inlandsche fabriek afkomstig, ter onderzoek heeft toegezonden,

en dat aan deze meters — overigens uitnemende werktuigen — in 't geheel geene zijschroeven aanwezig waren.

De Commissie heeft meer dan éénmaal van mij vernomen dat de vraag, of de gasverbruikers met de werking dier zijschroef bekend waren, van het oogenblik af, dat ik mij met deze zaak heb bezig gehouden, bij mij een punt van onderzoek is geweest. Aan al mijn bekenden, die gasverbruikers waren, heb ik toen gevraagd, of zij die zijschroef ooit hadden losgemaakt. Slechts van vier — drie er van waren industriëelen wier gasrekening jaarlijks honderden van guldens bedroeg — heb ik een bevestigend antwoord ontvangen. Van velen kreeg ik zelfs het bescheid „men heeft ons altijd gezegd „dat in een gasmeter niet te veel water aanwezig kon zijn."

De Commissie mijne verklaring met stilzwijgen voorbijgaande, zegt: „Het is der Commissie gebleken dat, naar het „oordeel der meeste gasfabriekanten, de verbruikers in het „algemeen met de werking der zijschroef zeer wel bekend zijn." Ik heb nooit gevorderd, dat men mij op mijn woord zou gelooven, maar waarom worden zij, die bij het bestendigen van den tegenwoordigen toestand belang hebben, wel op hun woord geloofd? Ware het niet natuurlijk geweest zich, omtrent dit punt althans, in de eerste plaats tot de verbruikers zelf te wenden?

Hoe is ook met het beweren, dat de verbruikers met de werking dier zijschroef zeer wel bekend zijn, en zich die kennis ten nutte maken, te rijmen het feit, meer dan eens voorgekomen, dat Directeurs van gasfabrieken, onderricht dat gasverbruikers werkelijk het overtollige water lieten afloopen, die zijschroef zijn komen verzegelen?

Doch de zaak mag beschouwd worden *in confesso* te zijn. Men raadplege slechts het handboek over gasverlichting dat thans het meeste gezag heeft, namelijk het *Handbuch für Steinkohlengas Beleuchtung* van SCHILLING. De schrijver, die overigens overal de natte gasmeters tegen de droge in bescherming neemt, zegt uitdrukkelijk blz. 394 2e uitg., dat de bedienden der gasfabrieken, bij het nazien der meters, na ze eerst tot de normale hoogte te hebben aangevuld, de zijschroef sluiten *om eene zekere hoeveelheid water bij te gieten.* Wat zou nu

dit bijgieten baten, zoo de verbruikers wisten, dat hun belang meebrengt dit overtollige water te laten afloopen en zij dit ook deden?

De Commissie meent, dat, zoo het bewuste gebrek aan kennis werkelijk bestaat, men hierin zou kunnen voorzien, door voor te schrijven, dat „na de verificatie van elken natten gas„meter, door den ijker eene verklaring van het gebruik zal „worden afgegeven, welk stuk, bij het verhuren van den me„ter, aan den huurder moet worden ter hand gesteld."

Men zal dus de gasmeter op eene gebrekkige wijze onderzoeken, maar, om dit goed te maken, den gebruikers een document in handen geven, waaruit zij kunnen zien, hoe zij zich tegen het bedrog, dat met die — van regeeringswege goedgekeurde — toestellen gepleegd kan worden, kunnen vrijwaren!

In de *instructie* aan de ijkers te verstrekken zal bepaald worden, dat de bewuste gebruiksverklaring bij het verhuren van den meter aan den huurder zal worden ter hand gesteld, doch welke waarborg heeft men dat de gasfabriekanten zich aan die instructie zullen houden?

Door de Commissie wordt opgemerkt dat het „publiek ma„ken van het verslag der gehouden enquête en het advies der „Commissie, benevens het onderwijs in de natuurkunde aan „de middelbare scholen zoo vele middelen zijn, die strekken „kunnen om de gasverbruikers nopens hunne belangen in te „lichten."

Van hen, die weten hoe weinig, in den regel, officiëele documenten hier te lande gelezen worden, zullen er geloof ik niet velen zijn, die de optimistische verwachtingen der Commissie omtrent de verspreiding van haar verslag zullen deelen, en, wat den invloed der middelbare scholen betreft, het tijdstip, waarop men verwachten kan dat alle gasverbruikers die scholen bezocht zullen hebben, is zeker verre van nabij.

Doch laat ons aannemen dat het door de Commissie aan de hand gegeven middel gunstig werkt en dat het ieder gasverbruiker bekend is, dat hij het waterpeil van zijn meter voortdurend te controleeren heeft. De gasfabriekanten, die gewoon waren hunnen verbruikers te veel te laten betalen, zouden spoedig het middel gevonden hebben om hen te dwin-

gen het water in hunne meters boven de normale lijn te houden. Zij hebben slechts gasmeters te bestellen, zoo ingericht, dat de vlotter den toevoer van gas, zoodra het water maar even onder de normale lijn daalt, afsluite. Gesteld nu dat een gasverbruiker bij wien zoodanige meter is geplaatst, na het vertrek van den bediende, die het instrument heeft opgesteld, het water dat deze er in te groote hoeveelheid heeft ingegoten late afloopen, dan zal, zoo de temperatuur van het instrument hooger is dan die van in den grond liggende buizen, ten gevolge van het verdampen van het water, de vlotter gaan dalen. De toevoer van gas zal dadelijk verminderen en, zoo de verdamping voortgaat, weldra geheel ophouden. Op de klacht, tot de administratie der gasfabriek gericht, wordt geantwoord, dat er meer water bij den meter gevoegd moet worden. De raad wordt opgevolgd — doch, eenige dagen later, heeft hetzelfde verschijnsel plaats; er wordt op nieuw geklaagd, maar men krijgt geen ander bescheid. — Gelooft men, dat, wanneer het feit zich telkens herhaalt, de gasverbruiker niet eindelijk zal besluiten het water, dat de bediende der fabriek in den meter gegoten heeft, er maar in te laten; vooral wanneer men hem gezegd zal hebben: ziet gij nu niet in hoe weinig men die gebruiksverklaring kan vertrouwen?

De Commissie zegt dat er te minder reden is de gasfabriekanten te dwingen hunne meters te veranderen, dewijl „zij „verscheidene inrichtingen in oogenschouw heeft genomen, „waarbij, op vernuftige wijze, een constant niveau kan worden „verkregen" De Commissie, na eene beschrijving van een dier inrichtingen te hebben gegeven, voegt er ten slotte bij „dat „het zeer waarschijnlijk is, dat, bij de tegenwoordige vorde„ringen in de werktuigkunde, het tijdstip niet meer verre is, „waarop het hoofdgebrek der natte meters, de veranderlijke „waterstand voor goed zal worden weggenomen."

Zullen de gasverbruikers van het tegenwoordige geslacht bij het vernemen, dat in hun toestand feitelijk geene wijziging wordt gebracht, het niet een schrale troost vinden, dat — later — natte meters zullen worden uitgevonden, waarmede het bedrog, waarover zij klagen, niet meer mogelijk zal zijn? Daarenboven, het is nu ongeveer een halve eeuw geleden, dat de natte meter is

uitgevonden, en telkens zijn de uitvindingen, waardoor het bewuste gebrek heette te zijn overwonnen, niet steekhoudend bevonden. Doch gesteld het middel is gevonden. Wat zal het helpen? De gasfabriekanten, die zich aan oneerlijke praktijken schuldig maken, zullen zich immers wel wachten van die verbeterde gasmeters gebruik te maken?

Het zij mij overigens vergund te doen opmerken, dat de Commissie, wanneer zij beweert, dat de Fransche beproevingswijze voldoende is, eene meening uitspreekt in strijd met den geest onzer nieuwe ijkwet. De Commissie gaat toch klaarblijkelijk uit van de stelling: zoodra het den kooper mogelijk is zich tegen bedrog te vrijwaren kan hij niet vorderen, dat de wet hem tegemoet kome. — Het zal mij, geloof ik, niet moeilijk vallen aan te toonen dat door de tegenwoordige wet een ander beginsel wordt gehuldigd. Vroeger immers werden wel de gewichten, maar niet de weegwerktuigen geijkt, en aan hen, die beweerden, dat juiste gewichten niets hielpen, zoolang de verkooper valsche balansen kon gebruiken, werd geantwoord: de kooper kan zich van de onjuistheid eener balans telkens overtuigen; hij heeft maar te eischen; dat de gewichten overgebracht worden op de schaal waar het gewogene zich bevond, en omgekeerd, het gewogene op de andere schaal, de onjuistheid der balans zal zich dan dadelijk verraden. Wat heeft nu de wetgever, blijkens de door hem vastgestelde wet, geantwoord? — dat alles moge waar zijn, maar de ondervinding heeft geleerd dat de koopers van het aangeprezen middel hoogst zelden gebruik maken — dit is voor mij voldoende — ook de weegwerktuigen zullen onderzocht worden.

De Commissie beweert van de door mij aanbevolen methode (de Engelsche) dat zij zou zijn *tijdroovend*, *onnoodig* en *ten nadeele van de natte gasmeters*.

*Tijdroovend.* Het komt mij voor dat, zoo er inderdaad, zal de toestel te vertrouwen zijn. twee beproevingen noodig zijn, de meerdere tijd, die alsdan voor het onderzoek gevorderd wordt, geene reden mag zijn om de tweede beproeving achterwege te laten, wel om een hooger ijkloon te vorderen.

*Onnoodig.* Men heeft gezien wat men van dit beweren te denken heeft.

*Ten nadeele van de natte gasmeters.* Met deze uitspraak schijnt de Commissie mij toe in lijnrechten strijd met zich zelf te geraken. Men stelle zich voor twee gasverbruikers, de een in het bezit van een gasmeter naar de inzichten der Commissie van enquête, de andere van een meter naar de Engelsche methode onderzocht. Men zal zeker wel toegeven, dat de gasfabriekant, die den eersten gasmeter heeft afgeleverd, zich vooraf overtuigd zal hebben, dat de vlotter zoo geplaatst is, dat de miswijzing niet te zeer ten zijnen nadeele kan zijn. Nemen wij aan, dat hij nog eene miswijzing van 3 pCt. heeft toegelaten. Hij, die dezen meter gebruikt, zorgt telkens voor het afloopen van het water; — althans dit wordt door de Commissie ondersteld. — De speling is derhalve 3 pCt. Bij den anderen meter is geene zijopening aangebracht; het water, dat de bediende der gasfabriek er in gegoten heeft, blijft er in; derhalve bij den aanvang zal de miswijzing stellig 2 pCt. ten nadeele van den kooper zijn; eerst later zal zij 3 pCt. ten nadeele van de gasfabriek kunnen worden. De speling is derhalve bij dezen toestel 5, bij den vorigen 3 pCt. Men ziet hieruit ten duidelijkste, dat, wil de Commissie hare uitspraak staande houden, zij de onderstelling — dat de verbruikers met de werking der zijschroef bekend zullen zijn — moet laten varen.

De Commissie tracht sterk te doen uitkomen de onbillijkheid, die er in gelegen is, dat, zooals de engelsche regeling meebrengt, de miswijzing ten nadeele van den verkooper de helft meer kan bedragen dan de miswijzing ten nadeele van den kooper. Zij zegt dat „de waarborgen voor gasverkooper en gas„verbruiker gelijk behooren te zijn, en dat er geene reden be„staat om, op het voetspoor van de in sommige andere Sta„ten bestaande voorschriften, de belangen van laatstgenoemden „meer bijzonder in bescherming te nemen."

Ik moet doen opmerken dat de zaak op zoodanige wijze, voor zoover mij bekend is, slechts in één Staat, namelijk in Engeland geregeld is, voorts dat die onbillijkheid, ook mij getroffen had, en dat ik daarom dadelijk onderzocht heb wat er in Engeland aanleiding toe gegeven had. Ik heb, tot wien ik mij ook wendde, altijd hetzelfde antwoord ontvangen. Het voornemen in den aanvang was het remedie voor beide partijen

gelijk te stellen, maar het is op aandrang — niet der gasverbruikers — maar der gasverkoopers en fabriekanten van natte meters geweest, dat het remedie ten nadeele der gasfabriekanten tot op 3 pCt. gebracht is. Deze zeiden, liever van tijd tot tijd een meerder verlies van 1 pCt. te willen lijden dan hunne gasmeters zoo dikwerf te moeten aanvullen.

Van al de wijzigingen, door de Commissie voorgesteld, heeft geen mij zoo verbaasd als het voorstel om de werkelijke drukking, waaronder de gasmeters beproefd zullen worden, van 10 op 40 millimeters te brengen, dus met 300 pCt. te verhoogen. Ik moet bekennen dat ik een voorstel in tegenovergestelden zin eerder verwacht had. Immers in andere landen, heeft men slechts voor het verschil in drukking bij in- en uitlaat $2\frac{1}{2}$ millimeters als maximum toegelaten, en inderdaad het belang der gasfabriekanten, even als dat van het publiek, brengt mede, dat de meters onder de kleinst mogelijke drukking dienst kunnen doen. Hoe grooter het verlies is aan drukking, dat het gas, bij het stroomen door den meter ondergaat, hoe grooter de drukking moet zijn in de onder den grond liggende buizen. Iedereen weet, dat men die buizen, vooral in ons land, niet luchtdicht kan houden; voortdurend heeft er derhalve lekking plaats, en het is duidelijk, dat die lekking met de drukking, waaronder zich het gas bevindt, moet toenemen. Niet alleen lijdt de fabriekant bij toenemende lekking een grooter geldelijk verlies, maar ook de grond wordt sterker en verder met gas doortrokken. Welk een nadeel voor drinkwater en boomen uit dit verder en verder doordringen van gas ontstaat is van algemeene bekendheid.

De Engelschen beroemen er zich op, dat hunne ijkwet een grooten vooruitgang in de fabricatie der gasmeters ten gevolge heeft gehad. Wordt het voorstel der Commissie aangenomen, onze ijkwet zal eene tegenovergestelde uitwerking hebben Geen blikslager, hoe onbekwaam ook, die niet meters kan vervaardigen, welke aan de door de Commissie gestelde eischen beantwoorden, en hij zal het te gemakkelijker kunnen doen, dewijl zij verworpen heeft de bepaling, die men, niet alleen in de Engelsche wet, maar ook in de verordeningen van an-

dere landen aantreft, namelijk dat een meter, om geijkt te kunnen worden, bij het in werking komen van het volle meetvermogen, voldoend, namelijk gestadig licht moet leveren.

Doch, mocht al deze uitwerking der bepaling achterwege blijven, onbetwistbaar is het dat elk fabriekant van natte meters, krachtens die bepaling zal kunnen eischen, dat, bij de beproeving zijner toestellen, de uitlaatkraan geheel worde opengezet, dat daar althans geene grootere werkelijke drukking aanwezig zij dan die welke gewoonlijk in de gasleiding der gebouwen overwonnen moet worden. Alsdan zal, zooals proeven, die elk oogenblik herhaald kunnen worden, mij geleerd hebben, een gewone 5 lichtsmeter als een 15, en een 10 lichtsmeter als een 20 lichtsmeter enz. geijkt moeten worden. Welk hiervan het gevolg zal zijn, zullen wij straks zien.

Wanneer men in het bezit is van een gasmeter die b.v als een 30 lichts meter geijkt is, en men steekt een minder aantal lichten aan, dan wijst de meter ten nadeele van den kooper. Laat men daarentegen meer dan 30 lichten branden, dan heeft men ook eene miswijzing, maar ten nadeele der fabriek. De voorgestelde wijziging heeft waarschijnlijk tot doel het den gasverbruikers onmogelijk te maken meer lichten te laten branden dan waarvoor de meter geijkt is. Het spreekt immers van zelf, dat, is een meter beproefd onder eene werkelijke drukking van 40 millimeters, het alsdan onmogelijk is, zoo de gasfabriek geene hoogere drukking geeft, meer gas dan voor 30 lichten door den meter te laten stroomen. Maar kan men den gasfabriekant niet voor zich zelf laten zorgen? Hij heeft immers de bevoegdheid, hem ook door de Engelsche wet toegekend, zelf de grootte van den te gebruiken meter te bepalen, en laat een verbruiker, in 't geheim, een grooter aantal branders op zijn gasleiding zetten, dan wordt zulks dadelijk aangewezen door de meerdere hoeveelheid gas, die 's maands verbrand wordt. Ook schijnt de Commissie niet genoeg gelet te hebben op de omstandigheid, dat, wordt er aan de fabriek eene werkelijke drukking van 40 milllmeters gegeven, het gas niet overal met die drukking vóór de meters zal staan. Op het uiteinde van het buizennet zal, zooals uit de enquête gebleken is, die drukking slechts 10 à 15 millimeters kunnen zijn. En

wat zal hiervan het gevolg zijn? Dat men, wil men aan het uiteinde van het buizennet, b.v. 5 lichten branden, niet met een 5 lichtsmeter zal kunnen volstaan; men zal de toevlucht moeten nemen tot een, die, volgens de bepalingen der Commissie, als een 10 of 15 lichtsmeter geijkt is. Op hoeveel tegenstand zal men alsdan niet stuiten, hoeveel wantrouwen zal men niet opwekken, en ongelukkig zal dit wantrouwen niet ongegrond zijn, want niemand zal ontkennen, dat een meter, onder eene werkelijke drukking van 40 millimeters beproefd, zoo hij onder eene kleinere drukking gebruikt wordt, *altijd* en *voortdurend* ten nadeele van den verbruiker, zal wijzen.

Het zij mij vergund, nog te doen opmerken, dat geen der door de Commissie gehoorde belanghebbenden eenig bezwaar tegen de door mij voorgestelde drukking had geopperd, en dat het eenig gezag, dat ingeroepen kan worden, de instructie is, die, krachtens de ijkwet voor den Noordduitschen Bond, door Berlijnsche autoriteiten is vastgesteld. Die instructie draagt echter de duidelijkste blijken van met oneindig minder kennis van zaken dan de Engelsche te zijn ontworpen. Ik behoef slechts te wijzen op de wijze, volgens welke in beide landen te werk moet worden gegaan om uitwendige lekking aan een meter te ontdekken. Volgens de Duitsche methode worden voor dit onderzoek minstens zoovele uren vereischt als minuten volgens de Engelsche.

De Commissie heeft mede verworpen de bepaling, krachtens welke een meter bij den ijk wordt afgewezen „zoo de inrich-„ting van dien aard is dat de verkooper of de verbruiker, zon-„der dat dit te bemerken is, den toestel onjuiste aanwijzingen „kan doen geven."

Derhalve, hoe ongelooflijk zulks ook schijnen moge, de Commissie is van meening dat zoodanige meters wel moeten worden toegelaten! De bepaling had overigens voornamelijk tot doel te voorkomen, dat de verbruikers door het losmaken van een schroef aan den siphon, en het daaraan hechten van een caoutchouc buis, gas, zonder dat de meter zulks aanwijst, tot een of meer dier lampen kunnen voeren, die tegenwoordig overal te koop worden aangetroffen. Ik weet wel dat zoodanige handeling onder het bereik der strafwet valt, doch het bewijs is in de meeste gevallen moeilijk

te leveren. Daarenboven waarom de gasverbruiken aan die verzoeking blootgesteld? Er is te minder reden voor, dewijl meters, volgens de voorschriften der Engelsche wet ingericht, niet duurder zijn dan andere.

De ijkwet van 1869 had het ijkloon wel voor gewone maten en gewichten afgeschaft, maar het voor gasmeters in stand gehouden. De Commissie heeft voorgesteld de vrijstelling ook tot de laatstgenoemde toestellen uit te strekken. Ik twijfel echter of de door de Commissie aangevoerde argumenten wel als afdoende te beschouwen zijn. Ieder onzer, zelfs de geringste daglooner, koopt bij de maat en 't gewicht. Ieder onzer heeft dus belang bij de juistheid van maten en gewichten. Daarom dan ook heeft de Nederlandsche wetgever gemeend dat de kosten van den gewonen ijk gevoegelijk uit de opbrengsten der algemeene belastingen gevonden konden worden. — Daarentegen bij de juistheid van een gasmeter heeft, behalve den fabriekant, alleen belang hij, die het werktuig zal gebruiken, en hoogst onbillijk zou het zijn anderen de kosten van het onderzoek naar die juistheid te laten dragen. Nu wordt er wel is waar beweerd, dat b. v. ook meetkettingen enz. kosteloos geijkt worden, en dat deze toch niet van algemeen gebruik zijn. Maar hoeveel meetkettingen zijn er in den lande en kost het onderzoek dier toestellen den Staat jaarlijks wel een tienduizendste gedeelte van hetgeen hij voor den ijk der gasmeters zal hebben te besteden? Voorwaar zoo ergens dan is hier van toepassing het *minima non curat prætor.*

De berekeningswijze omtrent het ijkloon der gasmeters bij de wet van 1869 vastgesteld zou ten gevolge gehad hebben, dat voor natte meters meer betaald zou zijn geworden dan voor droge. Het onbillijke hiervan wordt door de Commissie in het breede uiteengezet. Ik had doen opmerken dat die bepaling niet zoo onbillijk was, dewijl de beproeving van den natten meter veel meer tijd dan die van een even grooten drogen meter vereischte. Het verschil in ijkloon zou nooit meer dan 74 pCt — en dat nog maar voor sommige meters — bedragen, terwijl het verschil in tijd, zoo de natte meter slechts éénmaal beproefd werd, meer dan 400, en zoo hij, zooals in En-

geland geschiedt, twee malen beproefd werd, 900 pCt. zou kunnen bedragen. De Commissie beweert nogtans, dat het haar niet gebleken is, dat voor het onderzoek van een natten meter zooveel meer tijd als voor dat van een drogen vereischt wordt, althans zoo de verificatie van beide soorten van meters *slechts éénmaal* geschiedt, en, tot staving van haar gevoelen haalt zij eenige regelen aan uit een verslag van den ijker MILLS te Londen (*Fourth Report of the Standards Commission* p. 307), er bijvoegende, dat daar van het door mij bebeweerde niets te vinden is. Maar niet op dat verslag had ik mij beroepen, wel op eene tabel, die er bijgevoegd is, en die de uitkomsten bevat van proeven omtrent de hoeveelheid gas, die voor het onderzoek van natte en droge meters vereischt wordt. Het is mogelijk, dat de heer MILLS uit zijne cijfers niet dadelijk de conclusie, die er in ligt, heeft getrokken. Het is echter een op het gebied der experimenteele wetenschappen gewoon verschijnsel, dat een waarnemer cijfers meedeelt, waarvan hij toont niet de geheele *portée* te hebben ingezien, en nooit wordt er aan gedacht hem, die uit de gegeven cijfers eene overigens rechtmatige conclusie trekt, als exceptie van niet ontvankelijkheid tegen te werpen, dat de oorspronkelijke waarnemer die gevolgtrekking uit zijne cijfers niet had afgeleid.

De bedoelde tabel is de volgende:

*Wet Meters.*

| *Size.* | *Pressure Test.* | *Measure Tests.* | *Averaged Total.* |
|---|---|---|---|
| 2 *and* 3 *lights* | 0,25 | 2 at 5 *feet* | 10,25 |
| 5 *lights* | 0,50 | 2 " 10 " | 20,50 |
| 10 " | 1,00 | 2 " 10 *to* 20 *feet* | 31,00 |
| 20 " | 2,00 | 2 " 20 " 40 " | 62,00 |
| 30 " | 3,00 | 2 " 50 *feet* | 103,00 |
| 50 " | 4,00 | 2 " 50 " | 104,00 |
| 60 " | 6,00 | 2 " 100 " | 206,00 |
| 80 " | 8,00 | 2 " 100 " | 208,00 |
| 100 " | 10,00 | 2 " 100 " | 210,00 |
| 150 " | 15,00 | 2 " 100 " | 215,00 |
| 200 " | 20,00 | 2 " 100 " | 220,00 |

*Dry Meters.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 *light and under* | 0,20 | 1 at 2 *feet* | 2,20 |
| 2 *to* 5 *lights* | 0,25 | 1 " 4 " | 4,25 |
| 10 *to* 20 *lights* | 1,00 | 1 " 5 *to* 10 *feet* | 8,50 |
| 30 *lights* | 2,00 | 1 " 10 *feet* | 12,00 |
| 50 " | 3,00 | 1 " 20 " | 23,00 |
| 60 " | 4,00 | 1 " 20 " | 24,00 |
| 80 " | 4,00 | 1 " 40 " | 44,00 |
| 100 " | 6,00 | 1 " 40 " | 46,00 |
| 150 " | 10,00 | 1 " 40 " | 50,00 |
| 200 " | 15,00 | 1 " 80 " | 95,00 |

De tweede kolom heeft tot hoofd: "*Pressure Test*," dat is beproeving op hooge drukking ter ontdekking van eventueele lekking. De heer MILLS heeft er in opgeteekend het aantal kubieke voeten voor elke zoodanige beproeving benoodigd. Boven de derde kolom vinden wij "*Measure Tests*," dat is: beproevingen ter bepaling van de juistheid der maat. Boven de vierde kolom leest men "*Averaged Total*", dat is: gemiddelde van de hoeveelheid benoodigd voor *al* de beproevingen. Bepalen wij ons nu tot den 30 lichtsmeter. Is het dan niet duidelijk, dat, wanneer men bij de natte meters in de derde kolom 2 *at* 50 *feet* lezen, er door uitgedrukt wordt dat er twee beproevingen hebben plaats gehad en dat er voor *elke* 50 voet vereischt is? Dat er niet voor de *twee* beproevingen 50 voet noodig was, blijkt ten overvloede uit de laatste kolom, waar wij vinden 103 voet. Trekt men van die 103 voet af de drie voet voor de *Pressure Tert*, dan blijft er over 100 voet voor de dubbele beproeving. — Voor den drogen 30 lichtsmeter daarentegen vinden wij onder de rubriek *Dry Meters* in de derde kolom "1 *at* 10 *feet.*" Voor eene enkele beproeving is dus noodig geweest 10 voet. Voor eene *enkele* beproeving van den natten meter hebben wij gevonden 50 voet. Het verschil is 40 voet, en bedraagt dus, zooals ik opgegeven had, 400 pCt.

Even gemakkelijk is het aan te toonen, dat voor eene *dubbele* beproeving van den natten 30 lichtsmeter 900 pCt. meer tijd dan voor eene enkele beproeving van den even grooten drogen meter vereischt wordt.

Het is mij niet onbekend dat men met de metrieke droge

meters, die sedert het tot stand komen der ijkwet hier te lande worden ingevoerd, niet dezelfde uitkomsten zal verkrijgen. Doch een fabriekant dier meters door mij ondervraagd naar de reden, die hem bewogen had aan zijne meters, met metrieke aanwijzing, zulk eene schadelijke inrichting te geven, heeft mij geantwoord. „De Parijsche Prefectuur heeft er ons toe verplicht, „en in de onzekerheid omtrent hetgeen daaromtrent in Neder„land zal worden beslist, hebben wij aan de meters voor uw „land bestemd voorloopig dezelfde inrichting gegeven."

Ik zou mijn betoog nog verder kunnen voortzetten, en bij het weêrleggen der bezwaren, die door de Commissie tegen de Engelsche regeling zijn aangevoerd, nog in nadere bijzonderheden kunnen treden, doch ik vrees reeds te veel van het geduld mijner lezers gevergd te hebben. Trouwens al die bezwaren zijn dezelfde die men in Engeland, tijdens het wetsontwerp bij het Parlement aanhangig was, in het midden heeft gebracht, maar waarvan men sedert de wet, nu 12 jaren geleden, in werking is gekomen niets meer heeft vernomen. Alleen de quaestie van het ijkloon maakt daarop eene uitzondering, doch de omtrent dit punt geuite klachten hebben tot nu toe noch bij de regeering, noch bij eenig lid hetzij van het huis der Lords, hetzij van dat der Gemeenten, voor zoo ver ik weet, ingang gevonden. Ware aan de aangenomen wijze van beproeving — en om die beproevingswijze is het mij hoofdzakelijk te doen — zoo vele bezwaren verbonden, men zou ruimschoots in de gelegenheid geweest zijn ze te ondervinden. Bij honderdduizendtallen toch telt men de gasmeters, die, sedert de invoering der wet, eene verificatie hebben ondergaan. In 53 steden zijn ijkkantoren opgericht; te Londen heeft men er niet minder dan 4, en de heer MILLS, die een dier kantoren bestuurt, schrijft mij, dat gedurende het jaar 1872, in zijn kantoor alleen, 22764 gasmeters zijn onderzocht en geijkt.

Men heeft in geschreven en gedrukte stukken, in strijd met het bovenstaande, verzekerd, dat de wet in Engeland slecht werkte. Ik heb echter bij de enquête aangetoond, dat al die beweringen op valsche voorstellingen berustten. Ik heb onder anderen een brief overgelegd, afkomstig van den heer AIRY, den voorzitter der Engelsche Commissie voor de Standaard Maten en

Gewichten, waarin de verklaring voorkomt (altijd onder voorbehoud van de quaestie van het ijkloon) *„ The law has not produced „ any discontent in England.*" En toch had men in een gedrukt stuk, aan de leden der Tweede Kamer toegezonden, beweerd dat diezelfde Commissie in het leven was geroepen „ wegens de „ menigvuldige klagten voortdurend tegen de wet uitgebragt „ reeds sedert het oogenblik, waarop zij in werking trad."

Trouwens tot wien men zich in Engeland ook moge wenden, hetzij tot natuur- of scheikundigen, hetzij tot regeeringspersonen, hetzij tot leden van het Hooger of het Lagerhuis, men zal altijd hetzelfde antwoord ontvangen: — geen der wetten gedurende de laatste jaren tot stand gekomen, heeft gunstiger uitkomsten opgeleverd.

Van de invoering van het Engelsche stelsel is dan ook niets te duchten. Gaat men er toe over, alle misbruiken worden opgeheven, en het publiek bekomt gasmeters waarnaar het niet behoeft om te zien. Geeft men daarentegen aan de Fransche regeling de voorkeur, men zal alleen zekerheid erlangen omtrent juistheid van aanwijzing bij normaal waterpeil, overigens geen misbruik dat niet bestendigd wordt.

---

# DE VERMOEDELIJKE OORZAAK

VAN DEN

## BIJZONDER HOOGEN WATERSTAND IN JANUARIJ 1643 OP DE MAAS.

DOOR

G. VAN DIESEN.

In de mededeeling, opgenomen in deel VI van de 2de reeks, Afd. Natuurkunde, maakte ik melding van merkteekens van den waterstand van Januarij 1643 op de Maas. Volgens die teekens, gevonden te Luik, Maastricht, Roermond en Venlo, heeft de Maas toen een stand bereikt, die alle bekende hooge standen overtreft van vroegeren en lateren tijd, zelfs den stand van 1571, die te Luik vóór 1643 voor den hoogsten werd gehouden.

Dewijl de waterhoogte van 1643 in de twee honderd en dertig jaar, die na dat tijdstip verliepen, door de Maas niet meer bereikt is, en de hooge standen, die sedert zijn voorgekomen, er zelfs ver beneden bleven, zou de kans op eene herhaling te gering zijn om te staren op hetgeen zoo langen tijd geleden is voorgevallen; niettemin is het gebeurde mij voorgekomen de aandacht waardig te wezen in verband met den invloed, die aan het aanwezig zijn van bosschen in het gebied der rivieren wordt toegekend.

Zoekt men naar de oorzaak van den hoogen stand der Maas in 1643, dan blijkt spoedig, dat men niet te doen heeft gehad met eene plaatselijke opstuwing, want de gevonden merken zijn over eene lengte van 24 uur gaans langs de rivier verspreid, met een verschil in hoogte van meer dan 30 M.

Ook vindt men van vorst of ijsgang in dien winter geen melding gemaakt. Uit hetgeen ik vond moet ik het besluit trekken, dat gevallen regens een zeer snellen was hebben veroorzaakt, niet alleen op de Maas, maar ook op andere rivieren.

Volgens het te Emden in 1720 uitgegeven *Verhaal van alle hooge watervloeden* van G. OUTHOF waren reeds een maand vroeger, namelijk in December 1642, op verscheidene plaatsen „ schrikkelijke overstroomingen ontstaan door zware plasregens „ en overloping van rivieren, bijzonder van de Po."

OUTHOF brengt voorts na behandeling van den watersnood in Italië, den hoogen waterstand van de Maas, denkelijk bij vergissing, mede in die maand, zeggende:

„ Te Luik spoelden 200 gebouwen weg en meer dan 150 „ storteden ter neder. Evenzoo verwoedt woedde 't water in „ Luxemburgerland te Dinant, te Namen, enz....

„ De stad Hoij of Huij wierde aan de lage zijde zoodanig „ gebonsdt, dat er over de 500 huizen nedervielen."

Ook in de Table Chronologique achter het in 1843 te Brussel uitgegeven werk *la Meuse*, is slechts sprake van een open waterstand. Bij de melding van den opbouw der boogbrug (Pont des Arches) te Luik (in 1446) wordt namelijk gezegd: „Il est emporté par une crue d'eau extraordinaire en 1643."

In het vervolg op het rapport der inspecteurs van den waterstaat van 27 September 1861 leest men omtrent het jaar 1643, ontleend aan Smetius Chron. van Nijmegen, alleen het volgende:

„ Den 9den Januarij is het water ook zeer hoog geweest, „ stroomende op vele plaatsen over de dijken, in het ampt „ tusschen Maas en Waal."

De waterstand, die hiermede bedoeld werd, was waarschijnlijk die op de Waal.

Is het alzoo buiten twijfel, dat regens in Januarij 1643 de Maas buitengewoon deden zwellen, dan blijft nog de vraag, of de opmerkelijke hoogte, waartoe de rivier steeg, alleen aan de hoeveelheid gevallen water moet worden toegeschreven dan of ook andere omstandigheden tot die hoogte kunnen hebben bijgedragen.

Aanteekeningen van de hoeveelheid gevallen regen in die dagen heb ik niet kunnen opsporen. Voor zoover ik mij op het gebied van de meteorologie durf wagen, meen ik echter te mogen onderstellen, dat eene afwijking van het gemiddelde der hoeveelheden gevallen regen in den winter niet ligt zoo aanzienlijk is, dat daaraan een in drie honderd jaar niet wederkeerend verschijnsel, zooals dat van 1643, zou mogen worden toegeschreven.

Naar mijne meening moest er meer bij in het spel zijn geweest en viel al dadelijk mijne gedachte op de mogelijkheid dat eene meer dan gewone weghakking van hout van de berghellingen langs de Maas, vóór den tijd van die zware regens, had plaats gevonden. Het bed van de Maas is voor het grootste gedeelte van haar loop door Frankrijk eene smalle vallei naauw begrensd door de hellingen en plateaux der bergen, waaruit zij haar oorsprong neemt. Die hellingen en plateaux zijn met uitgestrekte bosschen begroeid, waarvan de voornaamste zijn die van het plateau de Langres, het bosch van Argonne en de Ardennes.

Door dien bijzonderen toestand moet de Maas meer nog dan andere rivieren de uitwerking van het aanwezig zijn der bosschen ondervinden. Zij is eene gevoelige rivier, die soms de verschijnselen van een bergstroom, bandjirs in het klein, kan vertoonen.

Heeft er nu vóór 1643 buitengewone velling van hout plaats gehad in de bovengenoemde bosschen, dan zou daaruit de bijzonder hooge rivierstand kunnen worden verklaard en tevens een nieuw bewijs zijn geleverd voor de stelling, dat het aanwezig zijn van bosschen dienstig is aan beperking van overstroomingen.

Het onderzoek, dat ik naar die zaak heb ingesteld, heeft zich bepaald tot het nagaan of de bewuste bosschen en in het algemeen het in Frankrijk gelegen gedeelte van de Maas, alsmede de kleinere rivieren, b. v. de Samber, die haar uitmonding in de Maas hebben boven Luik, in de jaren, die 1643 vooraf gingen, het terrein van krijgsbewegingen zijn geweest. Was dat zooals ik vermoedde het geval geweest dan zou eene buitengewone wegkapping van hout als zeer waarschijnlijk zijn te stellen.

In de uitvoerige *Histoire de France* van HENRI MARTIN heb ik voldoende bijzonderheden gevonden ter bevestiging van mijn vermoeden. In den bedoelden tijd toen LODEWIJK XIII in de laatste periode van den dertigjarigen oorlog zich schaarde aan de zijde van de Zweden en Nederlanders, en de Spanjaarden in België bevocht, waren niet alleen de Noordelijke provinciën van Frankrijk met troepen overdekt, maar strekten inzonderheid ook Lotharingen, Champagne, Luik en Luxemburg, aan die troepen menigmaal tot verblijfplaats en slagveld, zooals uit het volgende kan blijken, dat ik uit genoemd werk zoo kort mogelijk wedergeef.

Op 10 December 1631 laat LODEWIJK XIII den maarschalk LA FORCE, die over het observatieleger in Champagne het bevel voert, de plaatsen Vic en Moyenvic in Lotharingen bezetten, waartoe de Maas moet zijn over- en de bosschen van Ardennes of Argonne moeten zijn doorgetrokken.

Mei 1632. MONSIEUR trekt met twee duizend cavaleristen van Luxemburg naar Lotharingen.

18 Junij 1632. De maarschalken LA FORCE en SCHOMBERG trekken, na Ehrenbreitstein bezet te hebben, Lotharingen binnen en nemen Pont à Mousson, tenzelfden tijde dat RICHELIEU met een reserveleger uit Champagne het hertogdom Bar binnentrekt.

Achtdaagsche campagne in Lotharingen.

24 Sept. 1633. Nancy geeft zich over aan LODEWIJK XIII; 6500 Fransche soldaten worden er in bezetting gelegd en 20000, ter beschikking van den maarschalk LA FORCE, overdekken Lotharingen.

7 en 8 Mei 1635. De maarschalken DE CHATILLON en BRÉZÉ trekken bij Mézières over de Maas met 25000 man het Hollandsche leger tegemoet naar Rochefort in de Ardennes, waar zij elkander rendez-vous hadden gegeven. Den 20 Mei ontmoeten zij bij het dorp Avein in het midden der Ardennes een vijandelijk leger van 13000 man onder de bevelen van THOMAS VAN SAVOYE, leveren het slag en behalen de overwinning, ofschoon de vijand een voordeelige stelling in de bosschen had ingenomen.

Van April tot Julij 1635 werd Lotharingen bezet door de troepen van den maarschalk LA FORCE en den kardinaal DE LA

VALETTE, gouverneur van Metz, die te worstelen hadden met pogingen van de bevolking om ten gunste van hun hertog die provincie, toen nog niet tot Frankrijk behoorende, te bevrijden.

2 Oct. 1635. Saint Mihiel sur Meuse (nabij de Argonne) wordt na eene korte belegering ingenomen door eene reserveleger, dat uit Champagne onder de bevelen van den graaf DE SOISSONS was komen aanrukken. Omstreeks het midden van October 1635 bevinden zich ongeveer 80000 man troepen in het hart van Lotharingen.

1637. Een legermagt onder de bevelen van den hertog VAN CHATILLON was in Luxemburg belast met den doortogt te beletten van vijandelijke hulptroepen van Duitschland naar België.

Een ander leger, het voornaamste, onder den kardinaal DE LA VALETTE, hield langs de Sambre de gemeenschap open tusschen Frankrijk en Luik.

1639. Een kleine krijgsmagt van de Franschen, onder den markies DE FEUQUIÈRES wordt bij Thionville door PICCOLOMINI geslagen, doordat de maarschalk DE CHATILLON met zijn reserveleger uit Champagne niet spoedig genoeg kon te hulp schieten.

Eene kortstondige poging van PICCOLOMINI om Mouzon aan de Maas in te nemen, waardoor hem de toegang tot Champagne zou zijn geopend, mislukte.

Mei 1640. De maarschalk LA MEILLERAIE, die tusschen de Sambre en de Maas te ver is doorgedrongen, stoot het hoofd tegen Charlemont en Marienburg; zijne troepen lijden veel door ongunstig weder en de ruwheid van de streek.

6 Julij 1641. De vijand, de Maas over de bruggen van Sedan overgetrokken zijnde, wordt op de hoogte van Fournoi bij het bosch van de Marfée door den maarschalk DE CHATILLON aangevallen. Deze wordt verslagen en zijne troepen worden in de bosschen gedreven.

December 1641. Een detachement van 6000 man van het leger van Champagne, bezet Lotharingen bijna over de geheele uitgestrektheid.

Men ziet uit die aanhalingen, dat gedurende een tiental ja-

ren de genoemde bosschen, die zich ongeveer langs de grens van Lotharingen en Champagne en tot Luxemburg uitstrekken, het middelpunt der krijgsbewegingen van troepen, soms in aanzienlijk aantal, zijn geweest.

Mag men met grond onderstellen, dat gedurende dien tijd de bosschen een niet geringe bijdrage aan de oorlogsbehoeften in hout zullen hebben verstrekt en veel te lijden hadden; eene andere omstandigheid kan mede eene veelvuldige velling van boomen hebben veroorzaakt, namelijk de uitputting van de schatkist en van de bevolking.

In 1626 was door den koning eene vergadering van notabelen bijeengeroepen, om over den berooiden financieelen toestand van het land en de onmagt van het volk tot meerdere opbrengst te beraadslagen. De jaarlijksche uitgaaf was toen, sedert eenige jaren stijgende, reeds gekomen tot het voor dien tijd hoog bedrag van 36 tot 40 millioen francs, terwijl de gevraagde opbrengst tot 16 millioen was teruggegaan. Een der maatregelen van herstel, die toen werden besproken, was het opwekken van den handel; dit zou het beste middel zijn tot verrijking van het volk en tot herstel van de eer van Frankrijk.

De middelen, zoo werd van wege de kroon aangevoerd, waren voorhanden om sterk te worden op zee. Men had de groote bosschen en het ijzer voor den scheepsbouw, linnen en hennep voor zeilen en touw.

Men zou de uitgaven verminderen met 3 millioen, o. a. door die van het huis des konings op den voet terug te brengen van den tijd zijner vaders; en de opbrengst vermeerderen o. a. door de domeingronden terug te koopen, die tot lagen prijs waren uitgegeven, en veel waarde hadden, enz.

De verwezenlijking van al die groote voornemens werd verijdeld voornamelijk door den oorlog, waarin men zich wikkelde.

De belasting, die men in 1626 niet hooger wilde opvoeren, omdat de last voor het volk reeds te zwaar werd geoordeeld, was niettemin in 1641 tot 118 millioen francs gestegen. Die druk, die rondom deed uitzien naar middelen om geld te maken, heeft zeker de bosschen voor zoover zij aan den bijl der krijgslieden ontkwamen niet doen sparen in een tijd, waarin timmerhout geld waard was, want ondanks de oorlog werden pa-

leizen, aanzienlijke woningen en schepen gebouwd niet alleen in Frankrijk maar ook in naburige rijken, inzonderheid in Nederland, welks voorspoed zich zeer ontwikkelde door den in 1602 gestichte O. I. compagnie, wier handelsvloot in korten tijd een ongehoorde uitbreiding ondervond.

Ontleent de onderstelling van een onregelmatige boschontginning uit het voorgaande slechts eene hooge waarschijnlijkheid; zekerheid, dat eene onbeperkte rooijing van bosschen gedurende lange jaren in Frankrijk in den tijd, waarvan ik sprak, heeft plaats gevonden, levert het edikt van LODEWIJK XIV van Augustus 1669.

Bij dat zeer uitvoerig besluit worden in 32 titels tot in de kleinste bijzonderheden regelen gesteld voor het in kaart brengen der bosschen, het bijplanten en inzonderheid het vellen van het hout, zoowel in de rijksdomeinen als in de eigendommen van de geestelijkheid, van gemeenten en van particulieren. De veertien eerste titels behelzen de wijze van regtspraak en de instelling der ambten en bedieningen tot uitvoering van het besluit. Het bevat ook enkele bepalingen in zake de rivieren, de jagt en de visscherij, die echter slechts als bijzaak en niet als hoofddoel worden behandeld.

Het hoofddoel van het besluit is blijkbaar paal en perk te te stellen aan overmatige en ongeregelde ontginning van de bosschen *).

Meent men te mogen betwijfelen of uit het edikt van 1669 tot het bestaan van een toestand mag worden besloten van 25 en meer jaren vroeger, dan doe ik opmerken dat, in een tijd van oorlogen en gebrekkige gemeenschapsmiddelen alligt een vierde en grooter deel van een eeuw kon verstrijken voor dat het besef van de noodzakelijkheid eener regeling van belangrijke aangelegenheden voldoende was doorgedrongen tot hen, die de handen aan het werk moesten slaan. In den tegenwoordigen tijd, waarin het aan openbaarmaking van 's lands behoeften en gebreken niet hapert, ziet men ook wel zulke verschijnselen, zelfs bij natiën, die in vollen vrede leven.

*) Art. 7 van titel 28, waarbij het vrij houden van strooken grond voor jaagpaden langs de rivieren wordt bevolen, is bij keizerlijk decreet van 23 Januarij 1808 hier te lande toepasselijk verklaard.

Welligt ook zou toen in Frankrijk het besluit nog wel langer zijn uitgebleven, indien de vervaardiger, de beroemde minister COLBERT, er niet een maatregel van finantiëel belang in had gezien.

De considerans van het besluit neemt overigens allen twijfel weg. Daaruit blijkt dat men reeds acht jaar vroeger begonnen was met herstel, en dat toen de wanorde, die in de wateren en bosschen was geslopen *zoo algemeen en zoo ingeworteld was*, dat verbetering bijna onmogelijk scheen. (Zie de Bijlage.)

Een toestand, die door uitdrukkingen als de zoo even genoemde kon worden gekenschetst, heeft zeker in die tijden een reeks van jaren noodig gehad om zich te vormen en bekend te worden.

Ik heb in het besluit niets gevonden, waaruit kan worden opgemaakt, dat het tegengaan van overmatige ontginning van bosschen ook ter vermindering van overstrooming kon strekken.

Die gevolgtrekking schijnt men in dien tijd nog niet gemaakt te hebben. *)

Doch dat ongetwijfeld eene overmatige opruiming heeft plaats gehad en dat daaraan naar alle waarschijnlijkheid de opmerkelijk hooge stand op de Maas in Januarij 1643 moet worden toegeschreven, meen ik door het medegedeelde te hebben aangetoond.

Bestonden er opgaven der hoogte van den dagelijkschen waterstand van die jaren, dan zouden deze eene schoone gelegenheid tot contrôle aanbieden op het aangevoerde; dewijl dan kon worden nagegaan of uit een verlaging van de middelbare en lage waterstanden mede de invloed bleek, dien men aan het rooijen der bosschen toekent.

Utrecht November 1873.

---

*) In de laatste jaren is men in Frankrijk het vrij algemeen eens geworden over het nut der aanplanting van bosschen voor de rivieren, en zijn uit dat oogpunt wetten gemaakt op het boschwezen. In het belangrijk rapport van den hoofdingenieur H. DE BRUYN (*Verhandelingen van het Kon. Inst. van Ingenieurs* 1862—1863), vindt men daarover uitvoerige mededeelingen en behartigingswaardige wenken, inzonderheid met betrekking tot Java.

# BIJLAGE.

## EDIT PORTANT RÉGLEMENT GÉNÉRAL POUR LES EAUX ET FORÊTS. *)

SAINT GERMAIN EN LAYE AOÛT 1669.

*Louis* etc. Quoique le désordre qui s'était glissé dans les eaux et les forêts de notre royaume fût si universel et si invétéré, que le remède en paroissoit presque impossible; néanmoins le ciel a tellement favorisé l'application de huit années que nous avons données au rétablissement de cette noble et précieuse partie de notre domaine, que nous la voyons aujourd'hui en état de refleurir plus que jamais, et le produire avec abondance au public tous les avantages qu'il en peut espérer, soit pour les commodités de la vie privée, soit pour les nécessités de la guerre, ou enfin pour l'ornement de la paix, et l'accroissement du commerce par les voyages de long cours dans toutes les parties du monde. Mais comme il ne suffit pas d'avoir retabli l'ordre et la discipline, si par de bons et sages réglémens on ne l'assure pour en faire passer le fruit à la postérité; nous avons estimé qu'il était de notre justice, pour consommer un ouvrage si utile et si nécessaire, de nous faire rapporter toutes les ordonnances, tant anciennes que nouvelles, qui concernent la matière, afin que les ayant conférées avec les avis qui nous ont été envoyés des provinces par les commissaires départis pour la réformation des eaux et forêts, nous puissions sur le tout former un corps de lois claires, precises et certaines, qui dissipent toute l'obscurité des précédentes, et ne laissent plus de prétexte ou d'excuse à ceux qui pourront tomber en faute. A ces causes, après avoir ouï le rapport des personnes intelligentes et versées dans la matière, etc. nous plait ce qui en suit:

Titre.

I. De la jurisdiction des eaux et forêts.

II. Des officiers des maitrises.

---

*) Cette ordonnance méditée et préparée pendant huit années par COLBERT et par les hommes les plus habiles que l'on ait pu réunir dans toutes les parties du royaume, à été, dans un grand nombre de ses parties, en vigueur jusqu'à la promulgation du nouveau code forestier. (Rapport de M. ROY à la chambre des pairs sur le code forestier.)

Titre.

III. Des grands-maitres.
IV. Des maitres particuliers.
V. Du lieutenant.
VI. Du procureur du roi.
VII. Du garde marteau.
VIII. Du greffier.
IX. Des gruyers.
X. Des huissiers audienciers, gardes généraux, sergens et gardes des forêts et des bois tenus en grurie, grairie, segrairie, tiers et danger, et par indivis.
XI. Des arpenteurs.
XII. Des assises.
XIII. Des tables de marbre et juges en dernier ressort.
XIV. Des appellations.
XV. De l'assiette, ballivage, martellage et vente de bois.
XVI. Des recollemens.
XVII. Des ventes des chablis et menus marchés.
XVIII. Des ventes et adjudications des panages, glandées et paissons.
XIX. Des droits de paturage et panage.
XX. Des chauffages et autres usages de bois, tant à bâtir que réparer.
XXI. Des bois à bâtir pour les maisons royales et batimens de mer.
XXII. Des eaux, forêts, bois et garennes tenus à titre de douaire, concession, engagement et usufruit.
XXIII. Des bois en grurie, grairie, tiers et danger.
XXIV. Des bois appartenans aux ecclésiastiques et gens de main morte.
XXV. Des bois, près, marais, landes, pâtis, pêcheries et autres biens appartenans aux communautés et habitans de paroisses.
XXVI. Des bois apartenans au particuliers.
XXVII De la police et conservation des forêts, eaux et rivières.
XXVIII. Des routes et chemins és forêts, et marchepied des rivières.
XXIX. Des droits de péage, travers et antres.
XXX. Des chasses.
XXXI. De la pèche.
XXXII. Des peines, amendes, restitution, dommages et intérêts et confiscation.

(Recueil général des anciennes lois francaises depuis l'an 420 jusqu'a la revolution de 1789 par M. M. JOURDAN, DECRUSY et ISAMBERT. Paris. Librairie de Plon frères.)

# OVER DE INTEGRATIE

VAN DE

# LINEAIRE DIFFERENTIAALVERGELIJKING

## DER TWEEDE ORDE.

DOOR

Dr. J. DE JONG.

1. Door de ontdekking van de integreerende vergelijking had MAYR tot de theorie der lineaire differentiaalvergelijkingen eene belangrijke bijdrage geleverd. Deze vergelijking is niets anders dan het criterium van integrabiliteit voor eene differentiaalvergelijking, die niet onmiddellijk integreerbaar is, maar dit is geworden door vermenigvuldiging met eenen factor. Zij de lineaire differentiaalvergelijking van de $n^{de}$ orde en tot nul herleid:

$$N y + P\frac{dy}{dx} + Q\frac{d^2y}{dx^2} + R\frac{d^3y}{dx^3} + \ldots\ldots + U\frac{d^n y}{dx^n} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots (1),$$

en $\varphi$ de factor die haar integreerbaar maakt, dan moet $\varphi$ voldoen aan de vergelijking

$$\varphi(N - d.P + d^2.Q - \ldots) - \frac{d\varphi}{dx}(P - 2d.Q + 3d^2.R - ) + + \frac{d^2\varphi}{dx^2}(Q - 3d.R + 6d^2.S - \ldots.) - \ldots.. \ldots\ldots + (-1)^n U\frac{d^n\varphi}{dx^n} = 0. \ldots. (2), *)$$

*) In deze Verhandeling beteekent $d.$ voor eene letter geplaatst hetzelfde als de Cauchy'sche notatie D of $D_x$; $d.P$ is dus equivalent met $\frac{dP}{dx}$, $d^2.Q$ met $\frac{d^2Q}{dx^2}$.

door MAYR de integreerende vergelijking genoemd. Bijzonder merkwaardig, onder de vele uitkomsten waartoe MAYR geraakte, zijn de betrekking tusschen de vergelijkingen (1) en (2), en het verband dat voor sommige waarden der coefficiënten N, P, Q, R enz. tusschen de bijzondere integralen van (1) en (2) bestaat. Zoo wees MAYR er op, dat, in geval N, P, Q enz. constanten zijn tusschen de bijzondere integraal van (1) en de daarmede overeenkomstige van (2), de betrekking bestaat

$$y\varphi = C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3);$$

terwijl

$$y\varphi = \frac{C}{x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

is, voor het geval dat N, P, Q, R enz. opklimmende machten van $x$ zijn. Uit de vergelijking (3) leidde ik de door EULER proefondervindelijk gevonden bijzondere integraal voor het eerste geval

$$y = e^{cx},$$

voor het eerst theoretisch af; hetzelfde geschiedde voor de bijzondere integraal voor het tweede geval door Dr. D. BIERENS DE HAAN *). Ware het mogelijk voor andere categorieën van lineaire differentiaalvergelijkingen soortgelijke betrekkingen te vinden, dan was men een belangrijken stap verder; men zoude namelijk door middel van zulk eene betrekking eene lineaire differentiaalvergelijking van de $n^{de}$ orde tot eene vergelijking van de $(n-1)^{ste}$ orde kunnen herleiden. Zulke betrekkingen tusschen $y$ en $\varphi$ zijn echter even moeilijk te vinden als de differentiaalvergelijkingen zelve te integreeren, zooals men in de door ons aangehaalde geschriften voor de beide eenvoudigste gevallen gemakkelijk kan nagaan. Daarom stelde ik mij voor den omgekeerden weg te volgen en, uitgaande van eene bepaalde betrekking tusschen $y$ en $\varphi$, de differentiaalvergelij-

*) Wij verwijzen hier naar: MAYR, *Der Integrirende Factor und die particularen Integrale.* Würzburg, 1868; J. DE JONG, *Akademisch proefschrift.* Leiden, 1871. *Archives Neerlandaises.* T. VII. 1872; D. BIERENS DE HAAN, *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen.* 2de Reeks. Deel VI. Amsterdam, 1872.

king te construeeren voor welke die betrekking geldt, waarbij dan tevens eene bijzondere integraal dier vergelijking kan worden bepaald. In het hier volgende zal ik mij tot de lineaire differentiaalvergelijking van de tweede orde bepalen. Onze methode is wel is waar ook van toepassing op vergelijkingen van hoogere orde, maar de analytische moeilijkheden nemen dan in veel grooter mate toe.

2. Beschouwen wij de lineaire op nul herleide differentiaalvergelijking van de tweede orde

$$Py + Q\frac{dy}{dx} + R\frac{d^2y}{dx^2} = 0,$$

of wel na deeling door P, de vergelijking

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots (1).$$

De integreerende vergelijking van (1) zal dan zijn

$$\varphi(1 - d.X + d^2.X_1) - (X - 2d.X_1)\frac{d\varphi}{dx} + X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} = 0 . (2).$$

Nemen wij nu als eenvoudigste betrekking tusschen $y$ en $\varphi$

$$\varphi = y \text{ of } = Cy \ldots\ldots\ldots (3),$$

dan wordt $\frac{d\varphi}{dx} = C\frac{dy}{dx}$, $\frac{d^2\varphi}{dx^2} = C\frac{d^2y}{dx^2}$, en door deze waarden en die van $\varphi$ in (2) over te brengen heeft men

$$y(1 - d.X + d^2.X_1) - (X - 2d.X_1)\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 . (4).$$

Door vervolgens (1) van (4) af te trekken zal men vinden

$$y(-d.X + d^2.X_1) - 2(X - d.X_1)\frac{dy}{dx} = 0 \ldots (5).$$

Stel nu

$$X - d.X_1 = p \ldots\ldots\ldots (6),$$

dan wordt (5)

$$-y\,d.p-2p\frac{dy}{dx}=0,$$

$$ly=-\tfrac{1}{2}lp+C \text{ en } y=\frac{C}{\sqrt{p}} \quad \ldots\ldots\ldots (7).$$

Hieruit volgt

$$\frac{dy}{dx}=y-\frac{d.p}{2p}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

en

$$\frac{d^2y}{dx^2}=-\tfrac{1}{2}y\left\{\frac{d^2.p}{p}-\tfrac{3}{2}\left(\frac{d.p}{p}\right)^2\right\} \quad \ldots\ldots (9).$$

Brengen wij deze waarden van $\frac{dy}{dx}$ en $\frac{d^2y}{dx^2}$ in (1) over, dan gaat zij over in

$$y-Xy\frac{d.p}{2p}-\tfrac{1}{2}X_1y\left\{\frac{d^2.p}{p}-\tfrac{3}{2}\left(\frac{d.p}{p}\right)^2\right\}=0,$$

of

$$2p^2-Xp\,d.p-X_1p\,d^2.p+\tfrac{3}{2}X_1(d.p)^2=0 \quad \ldots (10).$$

Opdat dus voor (1) de betrekking $\varphi=y$ gelde, moeten X en $X_1$ aan de vergelijking (10) voldoen, waarin $p$ door (6) bepaald is. Tevens is dan

$$y=\frac{C}{\sqrt{p}}$$

eene bijzondere integraal van (1).

Er is dus eene geheele klasse van lineaire differentiaalvergelijkingen van de 2de orde, voor welke de betrekking $\varphi=y$ geldt. Men kan toch aan eene der functiën X of $X_1$ een zekeren vorm geven, dan door (10) de andere bepalen, men heeft dan $p$ en eene bijzondere integraal van de geconstrueerde vergelijking Nu is echter de vergelijking (10) eene niet lineaire vergelijking van de tweede orde in $p$. Nam men voor X de eenvoudige waarde $x$, dan zou $p$ worden $x-d.X_1$ en deze

waarden in (10) overgebracht, zou men eene niet lineaire differentiaalvergelijking in $X_1$ van de derde orde verkrijgen. Bijna evenveel moeilijkheden zou men hebben, wanneer men begon met voor $X_1$ eene waarde aan te nemen. Wij kunnen echter voor $p$ zelf waarden aannemen, en verkrijgen dan in (10) en (6) twee betrekkingen tusschen X en $X_1$, waaruit deze bepaald kunnen worden. Intusschen ziet men reeds vooraf in, dat het aantal vergelijkingen dat men langs dezen weg kan construeren door de methode zelve beperkt is.

Stellen wij $p = x^2$, dan wordt (10) na eenige herleidingen

$$x^2 - xX + 2X_1 = 0,$$

(6) geeft

$$X - dX_1 = x^2$$

en hieruit X en $X_1$ opgelost, heeft men

$$X_1 = x^2 lx - x^2,$$

$$X = x + 2x lx - 2x^2,$$

en

$y = \frac{C}{x}$ zal dus eene bijzondere integraal zijn van de vergelijking

$$y + x(1 + 2lx - 2x)\frac{dy}{dx} + x^2(lx - x)\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

Had men voor $p$ de waarde $x$ aangenomen, dan zou men vinden dat $y = \frac{C}{\sqrt{x}}$ eene bijzondere integraal is van de vergelijkingen

$$y + 5x\frac{dy}{dx} + 2x^2\frac{d^2y}{dx^2} = 0$$

en

$$y + 11x\frac{dy}{dx} + 6x^2\frac{d^2y}{dx^2} = 0,$$

eene uitkomst waartoe wij ook op eene andere wijze kunnen geraken, daar deze vergelijkingen in de tweede der door ons in het begin dezer verhandeling aangehaalde categorieën van differentiaalvergelijkingen behooren

3. Zij de betrekking tusschen $y$ en $\varphi$ in de vergelijking

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

en hare integreerende vergelijking

$$\varphi(1 - d.X + d^2.X_1) - \frac{d\varphi}{dx}(X - 2\,d.X_1) + X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} = 0 \ldots (2)$$

$$y\varphi = C \ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

dus

$$\varphi = \frac{C}{y},\ \frac{d\varphi}{dx} = -C\frac{\frac{dy}{dx}}{y^2},\ \frac{d^2\varphi}{dx^2} = -\,C\,\frac{-2\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + y\,\frac{d^2y}{dx^2}}{y^3}.$$

Brengen wij deze waarden in (2) over, dan heeft men na eenige herleiding

$$y^2(1 - d.X + d^2.X_1) + y\frac{dy}{dx}(X - 2d.X_1) + 2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - X_1 y\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots (4).$$

Elimineeren wij nu $\frac{d^2y}{dx^2}$ tusschen (1) en (4), dan heeft men

$$y^2(2 - d.X + d^2.X_1) + 2y(X - d.X_1)\frac{dy}{dx} + 2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = 0 \ldots (5),$$

of

$$(2 - d.X + d^2.X_1) + 2(X - d.X_1)\frac{\frac{dy}{dx}}{y} + 2X_1\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)^2 = 0 \ldots (6).$$

Stel nu

$$X - d.X_1 = p \ldots\ldots\ldots\ldots (7),$$

dan gaat (6) over in

$$(2 - d.p) + 2p\frac{\frac{dy}{dx}}{y} + 2X_1\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)^2 = 0 \ldots\ldots (8).$$

Hieruit volgt

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y} = \frac{-p \pm \sqrt{\{p^2 - 2X_1(2 - d.p)\}}}{2X_1} \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

en

$$y = e^{\int \frac{-p \pm \sqrt{\{p^2 - 2X_1(2 - d.p)\}}}{2X_1} dx} \quad \ldots\ldots (10).$$

Stellen wij nu

$$N = \sqrt{\{p^2 - 2X_1(2 - d.p)\}} \quad \ldots\ldots\ldots (11),$$

dus

$$d.N = \frac{p\,d.p + X_1 d^2.p - (2 - d.p)\,d.X_1}{N}$$

dan wordt

$$y = e^{\int \frac{-p \pm N}{2X_1} dx} \quad \ldots\ldots\ldots (12),$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-p \pm N}{2X_1}\, y \quad \ldots\ldots\ldots (13).$$

Hieruit volgt

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\left\{\frac{(-p \pm N)^2}{4X_1^2} + d.\left(\frac{-p \pm N}{2X_1}\right)\right\} =$$

$$= \frac{y}{2X_1^2 N}\left\{N(pX - 2X_1) + N^2(p + d.X_1) \pm X_1(X_1 d^2.p + X d.p - 2d.X_1)\right\} (14).$$

Brengen wij deze waarden in (1) over, dan zal men zien dat zoowel de coefficienten van $N^2$ als die van N elkander vernietigen en men verkrijgt na eenige herleiding en na deeling door $\pm X_1$

$$X_1 d^2.p + X d.p - 2d.X_1 = 0 \quad \ldots\ldots (15).$$

De coefficienten X en $X_1$ in (1) moeten dus aan de vergelijking (15) voldoen, wanneer de betrekking $y\varphi = C$ tusschen $y$ en $\varphi$ plaats heeft. Door de vergelijking (12) is dan tegelijk eene bijzondere integraal van (1) bepaald.

Stel $X_1 = c$ dan wordt (15)

$$c\,d^2.p + X\,d.p = 0$$

en (7)

$$p = X.$$

Hieruit volgt

$$p = X = \frac{2c}{x},$$

$$N = \sqrt{\left\{\frac{4c^2}{x^2} - 2c\left(2 + \frac{2c}{x^2}\right)\right\}} = 2\sqrt{-c},$$

en

$$y = e\int \frac{-\frac{2c}{x} \pm 2\sqrt{-c}}{2c}\,dx = \frac{1}{x}\,e \pm x\sqrt{-\frac{1}{c}}$$

zal eene bijzondere integraal zijn van de vergelijking

$$\frac{xy}{c} + 2\frac{dy}{dx} + x\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

4. Beschouwen wij het geval dat tusschen $y$ en $\psi$ in de vergelijkingen

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

en

$$\varphi(1 - d.X + d^2.X_1) - \frac{d\psi}{dx}(X - 2d.X_1) + X_1\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0 \ldots (2)$$

de betrekking bestaat

$$y\varphi x = C \ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

dan is dus

$$\varphi = \frac{C}{xy},\quad \frac{d\varphi}{dx} = -C\frac{x\frac{dy}{dx} + y}{x^2y^2} \quad \text{en} \quad \frac{d^2\varphi}{dx^2} = -C\frac{x^2y\frac{d^2y}{dx^2} - 2x^2\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - 2xy\frac{dy}{dx} - y^2}{x^3y^3}.$$

Deze waarden in (2) overgebracht, verkrijgt men

$$y\left\{x^2(1-d.X+d^2.X_1)+x(X-2d.X_1)+2X_1\right\}+y\frac{dy}{dx}\left\{x^2(X-2d.X_1)+2xX_1\right\}+$$

$$+2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2-x^2X_1y\frac{d^2y}{dx^2}=0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4).$$

Tellen wij hierbij (1) op, nadat deze met $x^2y$ is vermenigvuldigd, dan zal men hebben

$$qy^2+2pxy\frac{dy}{dx}+2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2=0 \quad \ldots \quad (5)$$

waarin

$$p=x(X-d.X_1)+X_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6),$$

$$q=2x^2-xd.p+2p \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7) \text{ is.}$$

Uit (5) volgt

$$\frac{dy}{dx}=\frac{-p\pm\sqrt{\{p^2-2X_1q\}}}{2xX_1},$$

$$y=e^{\int\frac{-p\pm\sqrt{\{p^2-2X_1q\}}}{2xX_1}dx} \quad \ldots \quad (8).$$

Stellen wij nu

$$\sqrt{\{p^2-2X_1q\}}=N \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9),$$

dus

$$d.N=\frac{pd.p-X_1(4x-xd^2.p+d.p)-d.X_1(2x^2-xd.p+2p)}{N}=$$

$$=\frac{xX_1d^2.p+xXd.p-2pd.X_1-4xX_1-2x^2d.X_1}{N},$$

dan is

$$y=e^{\int\frac{-p\pm N}{2xX_1}dx} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10),$$

$$\frac{dy}{dx}=\frac{-p\pm N}{2xX_1}y \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11),$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} - \left\{\left(\frac{-p \pm N}{2xX_1}\right)^2 + d.\left(\frac{-p \pm N}{2xX_1}\right)\right\} y =$$

$$= \left\{\frac{p^2 - X_1(2x^2 - x\,d.p + 2p) \mp pN}{2x^2X_1^2} + \right.$$

$$xX_1\left(-d.p \pm \frac{xX_1d^2.p + xXd.p - 2pd.X_1 - 4xX_1 - 2x^2d.X_1}{N}\right)$$

$$+ \frac{}{2x^2X_1^2} -$$

$$\left. - \frac{(-p \pm N)(x\,d.X_1 + X_1)}{2x^2X_1^2}\right\} y =$$

$$= \frac{y}{2x^2X_1^2N}\left\{N[p^2 - X_1(2x^2 - xd.p + 2p) - xX_1d.p + pxd.X_1 + pX_1] \mp \right.$$

$$\left. \mp N^2(p + X_1 + xd.X_1) \pm xX_1[xX_1d^2.p + xXd.p - 2pd.X_1 - 4xX_1 - 2x^2d.X_1]\right\} (12).$$

Brengen wij deze waarden van $y$, $\frac{dy}{dx}$ en $\frac{d^2y}{dx^2}$ in (1) over, dan zullen ook hier de coefficienten van N elkander opheffen en men zal na eenige gemakkelijke herleidingen verkrijgen

$$\mp N^2(p + X_1 + xd.X_1 - xX) \pm xX_1(xX_1d^2.p + xXd.p - 2pd.X_1 - 4xX_1 - 2x^2d.X_1)$$
$$= 0 \quad (13).$$

Nu voor $N^2$ hare waarde schrijvend nadat $q$ door $2x^2 - xd.p + 2p$ uit (7) is vervangen, zal men verkrijgen

$$x^2X_1d^2.p + x(xX - 4X_1)d.p - 2p(xX - 3X_1) + 4x^2X_1 - 2x^2d.X_1 = 0 \quad (14).$$

Aan deze vergelijking moeten dus de functiën X en $X_1$ voldoen, wanneer tusschen $y$ en $\varphi$ de betrekking

$$y\varphi x = C$$

plaats heeft.

Stellen wij $p = c$ dan wordt (14)

$$-2c(xX - 3X_1) + 4x^2X_1 - 2x^2d.X_1 = 0,$$

en (6)

$$x(X - d.X_1) + X_1 = c.$$

Elimineeren wij hieruit X dan verkrijgt men

$$x d.X_1(c + x^2) - 2X_1(2c + x^2) + c^2 = 0$$

Hieruit volgt

$$X_1 = \frac{\frac{1}{4}c^2}{c + x^2},\quad X = \frac{\frac{3}{4}c^3 + \frac{5}{4}c^2x^2 + cx^4}{x(c + x^2)^2},\quad N = 0$$

en $y = \frac{1}{x^2}e^{-\frac{x^2}{c}}$ zal eene bijzondere integraal zijn van de vergelijking

$$4x(c + x^2)^2 y + (3c^3 + 5c^2x^2 + 4cx^4)\frac{dy}{dx} + c^2x(c + x^2)\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

Of vervangen wij de onafhankelijk veranderlijke $x$ door $\sqrt{cx}$, dan is

$$y = \frac{1}{cx}e^{-x}$$

eene bijzondere integraal van de vergelijking

$$(1 + x)^2 y + (2 + 3x + 2x^2)\frac{dy}{dx} + x(1 + x)\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

5. Zij in de vergelijkingen

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

en

$$\varphi(1 - d.X + d^2.X_1) - \frac{d\varphi}{dx}(X - 2d.X_1) + X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} = 0 \quad . \quad (2)$$

$$\varphi = y^2 \ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

dan is

$$\frac{d\varphi}{dx} = 2y\frac{dy}{dx},\quad \frac{d^2\varphi}{dx^2} = 2y\frac{d^2y}{dx^2} + 2\left(\frac{dy}{dx}\right)^2.$$

Door het overbrengen dezer waarden in (2) gaat deze vergelijking over in

$$y^2(1 - d.X + d^2.X_1) - 2y\frac{dy}{dx}(X - 2d.X_1) + 2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + 2X_1y\frac{d^2y}{dx^2} = 0. (4).$$

Hiervan trekken wij het product van (1) met $2y$ af en verkrijgen dan

$$y^2(-1-d.X+d^2.X_1)-4y\frac{dy}{dx}(X-d.X_1)+2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2=0 \quad . \quad (5).$$

Stellen wij nu

$$X-d.X_1=p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6),$$

dan wordt (5) na deeling door $y^2$

$$2X_1\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)^2-4p\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)+(-1-d.p)=0. \quad . \quad . \quad . \quad (7).$$

Hieruit volgt

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y}=\frac{p\pm\sqrt{\{p^2+\frac{1}{2}X_1(1+d.p)\}}}{X_1}, y=e^{\int\frac{p\pm\sqrt{\{p^2+\frac{1}{2}X_1(1+d.p)\}}}{X_1}dx} \quad .(8).$$

Stelt men nu

$$N=\sqrt{\{p^2+\tfrac{1}{2}X_1(1+d.p)\}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9),$$

dus

$$d.N=\frac{2p\,d.p+\frac{1}{2}X_1d^2.p+\frac{1}{2}d.X_1(1+d.p)}{2N},$$

dan wordt

$$y=e^{\int\frac{p\pm N}{X_1}dx} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10),$$

$$\frac{dy}{dx}=\frac{p\pm N}{X_1}y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11),$$

en

$$\frac{d^2y}{dx^2}=\left\{\left(\frac{p\pm N}{X_1}\right)^2+\frac{X_1(d.p\pm d.N)-(p\pm N)d.X_1}{X_1^2}\right\}y=$$

$$=\frac{y}{2X_1^2N}\left\{N\left[4p^2+X_1(1+d.p)+2X_1\,d.p-2pd.X_1\right]\pm\right.$$

$$\left.\pm2N^2(2p-d.X_1)\pm X_1\left[\tfrac{1}{2}X_1d^2.p+2pd.p+\tfrac{1}{2}d.X_1(1+d.p)\right]\right\} \quad . \quad (12).$$

Deze waarden van $y$, $\frac{dy}{dx}$ en $\frac{d^2y}{dx^2}$ in (1) overgebracht, verkrijgt men

$$N(3X_1+3X_1d.p+6p^2)\pm 2N^2(2p-d.X_1+X)\pm X_1\Big(\tfrac{1}{2}X_1d.^2p+$$

$$+2pd.p+\tfrac{1}{2}d.X_1(1+d.p)\Big)=0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13),$$

of

$$3N^2\pm 3pN\pm X_1d.N=0 \quad \ldots\ldots\ldots (14).$$

Opdat aldus de betrekking

$$\varphi = y^2$$

plaats hebbe, moeten de functiën X en $X_1$ voldoen aan de vergelijkingen

$$p=X-d.X_1,$$

$$N=\sqrt{\{p^2+\tfrac{1}{2}X_1(1+d.p)\}},$$

en

$$0=3N^2\pm 3pN\pm X_1d.N,$$

en dan is

$$y=e^{\int\frac{p\pm N}{X_1}dx}$$

eene bijzondere integraal van de vergelijking (1).

6. Wanneer tusschen $y$ en $\varphi$ in de vergelijkingen

$$y+X\frac{dy}{dx}+X_1\frac{d^2y}{dx^2}=0 \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

en

$$\varphi(1-d.X+d.^2X_1).-(X-2d.X_1)\frac{d\varphi}{dx}+X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2}=0 \ldots (2)$$

de betrekking bestaat

$$y\varphi=x. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

dan is dus

$$\varphi=\frac{x}{y},\quad \frac{d\varphi}{dx}=\frac{y-x\frac{dy}{dx}}{y^2},$$

en

$$\frac{d^2q}{dx^2} = \frac{-yx\frac{d^2y}{dx^2} - 2y\frac{dy}{dx} + 2x\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}{y^3}.$$

Wanneer wij deze waarden in (2) overbrengen, zal men verkrijgen

$$y^2\left\{x(1-d.X+d.^2X_1)-(X-2d.X_1)\right\}+y\frac{dy}{dx}\left\{x(X-2d.X_1)-2X_1\right\}+$$
$$+2xX_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - yxX_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (4),$$

en wanneer wij hierbij het product van (1) met $yx$ optellen

$$y^2\left\{x(2-d.X+d^2.X_1)-(X-2d.X_1)\right\}+2y\frac{dy}{dx}\left\{x(X-d.X_1)-X_1\right\}+$$
$$+2xX_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

Stel nu

$$p = x(X-d.X_1)-X_1 \ldots\ldots\ldots\ldots (6),$$

dus

$$d.p = x(d.X-d^2.X_1)+X-2d.X_1,$$

dan is de coefficient van $y^2$ in de vergelijking (5)

$$2x-\{x(d.X-d^2.X_1)+X-2d.X_1\} = 2x-d.p,$$

en (5) gaat over in

$$y^2(2x-d.p)+2yp\frac{dy}{dx}+2xX_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = 0. \ldots\ldots (7),$$

of

$$\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)^2 + \frac{p}{xX_1}\frac{\frac{dy}{dx}}{y} + \frac{2x-d.p}{2xX_1} = 0.$$

Hieruit volgt

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y} = \frac{-p\pm\sqrt{\{p^2-2xX_1(2x-d.p)\}}}{2xX_1},$$

$$y = e^{\int\frac{-p\pm\sqrt{\{p^2-2xX_1(2x-d.p)\}}}{2xX_1}dx} \ldots\ldots (8).$$

Stel nu

$$\sqrt{\{p^2 - 2x\,X_1(2x - d.p)\}} = N \ldots\ldots (9),$$

dan is

$$d.N = \frac{p d.p - x\,X_1(2 - d^2.p) - (2x - d.p)(X_1 + x\,d.X_1)}{N} =$$

$$= \frac{x\,X_1 d^2.p + x\,X\,d.p - 2x^2 d.X_1 - 4x\,X_1}{N} \ldots\ldots (10),$$

en men heeft

$$y = e^{\int \frac{-p \pm N}{2x\,X_1}\,dx} \ldots\ldots\ldots (11),$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-p \pm N}{2x\,X_1} y \ldots\ldots\ldots\ldots (12),$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left\{\left(\frac{-p \pm N}{2x\,X_1}\right)^2 + \tfrac{1}{2}\frac{x X_1(-d.p \pm d.N) - (-p \pm N)(x d.X_1 + X_1)}{x^2 X_1^2}\right\} y =$$

$$= \left\{\frac{p^2 - x\,X_1(2x - d.p) \mp p\,N}{2x^2 X_1^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{x X_1\left(-d.p \pm \frac{x X_1 d^2.p + x X d.p - 2x^2 d.X_1 - 4x X_1}{N}\right) - (-p \pm N)(x d.X_1 + X_1)}{2x^2 X_1^2}\right\} y$$

$$= \frac{y}{2x^2 X_1^2 N}\left\{N\{p^2 - x X_1(2x - d.p) - x\,X_1\,d.p + p(x d.X_1 + X_1)\} \mp \right.$$

$$\left. \mp N^2\{p + X d.X_1 + X_1\} \pm x X_1\{x X_1 d^2.p + x X d.p - 2x^2 d.X_1 - 4x X_1\}\right\}$$

$$= \frac{y}{2x^2 X_1^2 N}\left\{N(p\,x\,X - 2x^2 X_1) \mp x\,X\,N^2 \pm \right.$$

$$\left. \pm x X_1\{x X_1 d^2.p + x X d.p - 2x^2 d.X_1 - 4x X_1\}\right\} . (13).$$

Wanneer wij deze waarden van $y$, $\frac{dy}{dx}$ en $\frac{d^2y}{dx^2}$ in (1) over-

brengen dan zullen de termen met $N^2$ en N wegvallen en men verkrijgt de vergelijking

$$X_1 d.^2p + X\, d.p - 2x\, d.\, X_1 - 4\, X_1 = 0 \ldots . \quad (14).$$

waaraan de functiën X en $X_1$ moeten voldoen wanneer $y\psi = x$ is, terwijl $p$ door de vergelijking (6) bepaald wordt.

Nemen wij b.v. $p = c$ dan wordt (14)

$$x d.\, X_1 + 2\, X_1 = 0, \quad X_1 = \frac{1}{x^2};$$

(6) geeft dan

$$X = \frac{cx^2 - 1}{x^3}, \quad N = \sqrt{(c^2 - 4)},$$

en

$$y = e^{\frac{-c \pm \sqrt{(c^2-4)}}{4} x^2}$$

zal dus eene bijzondere integraal zijn van de vergelijking

$$yx^3 + (cx^2 - 1)\frac{dy}{dx} + x\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

Stellen wij $p = x^2$ dan gaat (14) over in

$$x\, X - x d.\, X_1 - X_1 = 0,$$

terwijl in dat geval (6) geeft

$$x\, X - x d.\, X_1 - X_1 = x^2.$$

Beide vergelijkingen kunnen niet gelijktijdig bestaan, X en $X_1$ moeten dus $\infty$ zijn en de differentiaalvergelijking is niet te construeeren. Dit wordt ook door de waarde van $y$ bevestigd, want voor $p = x^2$ wordt

$$N = \sqrt{\{x^4 - 2x\, X_1 (2x - 2x)\}} = x^2,$$

$$y = e^{\int \frac{-x^2 \pm x^2}{2x\, X_1} dx}.$$

Voor het bovenste teeken is

$$y = e^{\int \frac{0}{2\, X_1} dx}$$

en dus ook wanneer $X_1$ oneindig is $= e^0 =$ constant.

Voor het teeken $-$ wordt

$$y = e^{\int -\frac{x}{X_1} dx}$$

en dus wanneer $X_1$ oneindig is even als in het vorige geval $e^0$ of constant. Het is dus duidelijk dat de differentiaalvergelijking voor dit bijzonder geval onmogelijk is.

7. Nemen wij tusschen $y$ en $\rho$ in de vergelijkingen

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

en

$$\varphi(1-d.X + d^2.X_1) - \frac{d\varphi}{dx}(X-2d.X_1) + X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} = 0 \ldots (2)$$

de betrekking aan

$$y\varphi = x^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

derhalve

$$\varphi = \frac{x^2}{y}, \frac{d\varphi}{dx} = \frac{2xy - x^2\frac{dy}{dx}}{y},$$

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{2y^2 - 4xy\frac{dy}{dx} + 2x^2\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - yx^2\frac{d^2y}{dx^2}}{y^2},$$

dan wordt (2) door het invoeren dezer waarden

$$y^2\left\{x^2(1-d.X + d.^2X_1) - 2x(X-2d.X_1)\right\} + y\frac{dy}{dx}\left\{x^2(X-2d.X_1) - 4xX_1\right\} +$$

$$+ 2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 - yx^2X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (4).$$

En wanneer hierbij het product van (1) met $yx^2$ wordt opgeteld verkrijgt men

$$y^2\left\{x^2(2-d.X + d^2.X_1) - 2x(X-2d.X_1) + 2X_1\right\} +$$

$$+ 2xy\frac{dy}{dx}\left\{x(X-d.X_1) - 2X_1\right\} + 2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = 0 . (5).$$

Stel nu

$$x(X - d.X_1) - 2X_1 = \rho \ldots\ldots\ldots (6),$$

derhalve

$$d.p = x\,(d.\,\mathrm{X} - d^2.\mathrm{X}_1) + \mathrm{X} - 3\,d.\,\mathrm{X}_1$$

dan wordt de coefficient van $y^2$ in (5)

$$2\,x^2 - x\{x\,(d.\,\mathrm{X} - d^2.\mathrm{X}_1) + 2\,\mathrm{X} - 4\,d.\,\mathrm{X}_1\} + 2\,\mathrm{X}_1 =$$
$$= 2\,x^2 - x(d.p + \mathrm{X} - d.\mathrm{X}_1) + 2\,\mathrm{X}_1 = 2\,x^2 - x\,d.p -$$
$$- \{x(\mathrm{X} - d.\,\mathrm{X}_1) - 2\,\mathrm{X}_1\} = 2\,x^2 - x\,d.p - p.$$

(5) wordt dus

$$y^2\,(2\,x^2 - x\,d.\,p - p) + 2\,y\,x\,p\,\frac{dy}{dx} + 2\,x^2\,\mathrm{X}_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = 0,$$

of

$$\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)^2 + \frac{p}{x\mathrm{X}_1}\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right) + \frac{2\,x^2 - x\,d.p - p}{2x^2\mathrm{X}_1} = 0 \quad \ldots\ (7).$$

Hieruit volgt

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y} = \frac{-p \pm \sqrt{\{p^2 - 2\,\mathrm{X}_1\,(2\,x^2 - x\,d.p - p)\}}}{2\,x\,\mathrm{X}_1},$$

$$y = e^{\int \frac{-p \pm \sqrt{\{p^2 - 2\,\mathrm{X}_1\,(2\,x^2 - x\,d.p - p)\}}}{2\,x\mathrm{X}_1}\,dx} \quad \ldots\ (8).$$

Stellen wij nu

$$\mathrm{N} = \sqrt{\{p^2 - 2\,\mathrm{X}_1\,(2\,x^2 - x\,d.p - p)\}} \quad \ldots\ (9),$$

dus

$$d.\mathrm{N} = \frac{p\,d.p - \mathrm{X}_1\,(4\,x - x\,d^2.p - 2\,d.p) - d.\mathrm{X}_1\,(2\,x^2 - x\,d.p - p)}{\mathrm{N}} =$$
$$= \frac{x\mathrm{X}_1 d^2.p + d.p(p + x d.\mathrm{X}_1 + 2\mathrm{X}_1) + p d.\,\mathrm{X}_1 - 2x^2 d.\mathrm{X}_1 - 4x\mathrm{X}_1}{\mathrm{N}} =$$
$$= \frac{1}{\mathrm{N}}\left\{x\,\mathrm{X}_1\,d^2.p + x\mathrm{X}d.p + p d.\mathrm{X}_1 - 2x^2\,d.\mathrm{X}_1 - 4x\,\mathrm{X}_1\right\},$$

dan wordt

$$y = e^{\int \frac{-p \pm N}{2x X_1} dx} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10),$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-p \pm N}{2x X_1} y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11),$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\left\{\left(\frac{-p \pm N}{2x X_1}\right)^2 + \tfrac{1}{2}\frac{xX_1(-d.p \pm d.N) - (-p \pm N)(xd.X_1 + X_1)}{x^2 X_1^2}\right\} =$$

$$= \frac{y}{2x^2 X_1^2 N}\left\{N\left\{p^2 - X_1(2x^2 - xd.p - p) - xX_1 d.p + pxd.X_1 + pX_1\right\} \mp\right.$$

$$\left. \mp N^2\left\{p + xd.X_1 + X_1\right\} \pm xX_1\left\{xX_1 d^2.p + xXd.p + pd.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4xX_1\right\}\right\} =$$

$$= \frac{y}{2x^2 X_1^2 N}\left\{N(pxX - 2x^2 X_1) \mp N^2(xX - X_1) \pm xX_1\{(xX_1 d^2.p + xXd.p -\right.$$

$$\left. + pd.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4xX_1\}\right\} \ldots\ldots (12).$$

Deze waarden in (1) overgebracht, verkrijgt men na eenige herleidingen waarbij de termen met N elkander vernietigen,

$$\pm X_1 N^2 \pm xX_1\{xX_1 d^2.p + xXd.p + pd.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4X_1 x\} = 0 \ldots (13).$$

En deze vergelijking, door $\pm X_1$ gedeeld en daarin voor $N^2$ hare waarde uit (9) ingevoerd, geeft

$$p^2 - 2X_1(2x^2 - xd.p - p) + x^2 X_1 d^2.p + x^2 Xd.p + xpd.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4x^2 X_1 = 0,$$

of

$$x^2 X_1 d^2.p + p(p + xd.X_1 + 2X_1) + d.p(x^2 X_1 + 2xX_1) - 2x^2 d.X_1 - 8x^2 X_1 = 0,$$

of

$$x^2 X_1 d^2.p + pxX + xd.p(xX_1 + 2X_1) - 2x^2 d.X_1 - 8x^2 X_1 = 0,$$

of

$$xX_1 d^2.p + (xX + 2X_1) d.p + Xp - 2x(xd.X_1 + 4X_1) = 0 \ldots (14).$$

De functiën X en $X_1$ moeten dus aan deze vergelijking voldoen wanneer de betrekking $y\varphi = x^2$ plaats heeft, en in dat geval is $y = e^{\int \frac{-p \pm N}{2x X_1} dx}$ eene bijzondere integraal van (1), terwijl $p$ en N door de vergelijkingen (6) en (9) worden bepaald.

Stellen wij $p = 0$ dan wordt

(14) $$x\,d.\,X_1 + 4X_1 = 0, \text{ dus } X_1 = \frac{1}{x^4};$$

(6) $$x(X - d.\,X_1) + 2X_1 = 0, \text{ dus } X = -\frac{2}{x^5};$$

(9) $$N = \sqrt{\left\{-\frac{2}{x^4}.2x^2\right\}} = \frac{2}{x}\sqrt{-1}$$

en (10) geeft $y = e^{\int \frac{\pm\frac{2}{x}\sqrt{-1}}{2x\frac{1}{x^4}} dx} = e^{\pm \frac{1}{3}x^3\sqrt{-1}}$,

dus eene bijzondere integraal van de vergelijking

$$y x^5 - 2\frac{dy}{dx} + x\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

8. Wij zullen nog het geval behandelen dat tusschen $y$ en $\varphi$ in de vergelijkingen

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (1)$$

en

$$\varphi(1 - d.X + d^2.X_1) - \frac{d\varphi}{dx}(X - 2\,d.\,X_1) + X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} = 0 \ldots (2)$$

de betrekking bestaat

$$y\varphi = \frac{1}{x^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (3).$$

Dan is dus

$$\varphi = \frac{1}{x^2 y}, \quad \frac{d\varphi}{dx} = \frac{-x\frac{dy}{dx} - 2y}{x^3 y^2},$$

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{-x^2 y \frac{d^2y}{dx^2} + 2x^2\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + 4xy\frac{dy}{dx} + 6y^2}{x^4 y^3}.$$

Door het invoeren dezer waarden gaat (2) over in

$$y^2\left\{x^2(1-d.X+d^2.X_1)+2x(X-2d.X_1)+6X_1\right\}+xy\left\{x(X-2d.X_1)+\right.$$

$$\left.+4X_1\right\}\frac{dy}{dx}+2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2-x^2yX_1\frac{d^2y}{dx^2}=0 \ldots\ldots (4).$$

Door hierbij het product van (1) met $x^2y$ op te tellen verkrijgt men

$$y^2\left\{x^2(2-d.X+d^2.X_1)+2x(X-2d.X_1)+6X_1\right\}+2xy\frac{dy}{dx}\left\{x(X-d.X_1)+\right.$$

$$\left.+2X_1\right\}+2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2=0 \ldots\ldots\ldots (5).$$

Stellen wij nu

$$x(X-d.X_1)+2X_1=p \ldots\ldots\ldots (6)$$

dus

$$d.p = x(d.X-d^2.X_1)+X+d.X_1,$$

dan wordt de coefficient van $y^2$ in (5)

$$2x-x^2\{x(d.X-d^2.X_1)+X+d.X_1\}+3x(X-d.X_1)+6X_1=2x^2-xd.p+3p,$$

en (5) gaat hierdoor over in

$$y^2(2x^2-xd.p+3p)+2xyp\frac{dy}{dx}+2x^2X_1\left(\frac{dy}{dx}\right)^2=0. \ldots (7),$$

of

$$\left(\frac{\frac{dy}{dx}}{y}\right)^2+\frac{p}{xX_1}\frac{\frac{dy}{dx}}{y}+\frac{2x^2-xd.p+3p}{2x^2X_1}=0.$$

Hieruit volgt

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y} = \frac{-p \pm \sqrt{\{p^2 - 2X_1(2x^2 - x\,d.p + 3p)\}}}{2xX_1},$$

$$y = e^{\int \frac{-p \pm \sqrt{\{p^2 - 2X_1(2x^2 - x d.p + 3p)\}}}{2xX_1} dx} \quad \ldots\ldots (8).$$

Stellen wij

$$\sqrt{\{p^2 - 2X_1(2x^2 - x d.p + 3p)\}} = N \quad \ldots (9),$$

derhalve

$$d.N = \frac{p\,d.p - X_1(4x - x\,d^2.p + 2\,d.p) - d.X_1(2x^2 - x d.p + 3p)}{N} =$$

$$= \frac{xX_1 d^2.p + d.p(p - 2X_1 + x d.X_1) - 3p d.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4xX_1}{N} =$$

$$= \frac{x\,X_1 d^2.p + x\,X\,d.p - 3\,p d.X_1 - 2\,x^2\,d.X_1 - 4\,x\,X_1}{N},$$

dan wordt

$$y = e^{\int \frac{-p \pm N}{2xX_1} dx} \quad \ldots\ldots\ldots (10),$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-p \pm N}{2xX_1} y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11),$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\left\{\left(\frac{-p \pm N}{2xX_1}\right)^2 - \tfrac{1}{2}\frac{xX_1(-d.p \pm d.N) - (-p \pm N)(x d.X + X_1)}{x^2 X_1^2}\right\} =$$

$$= \frac{p^2 - X_1(2x^2 - x d.p + 3p) \mp pN}{2x^2 X_1^2} y + \frac{(p \mp N)(x d.X_1 + X_1)}{2x^2 X_1^2} y +$$

$$+ \frac{xX_1\left(-d.p \pm \frac{xX_1 d^2.p + xX d.p - 3p d.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4xX_1}{N}\right)}{2x^2 X_1^2} y =$$

$$= \frac{y}{2x^2 X_1^2 N}\left\{N\{p^2 - X_1(2x^2 - x d.p + 3p) - xX_1 d.p + px d.X_1 + pX_1\} \pm \right.$$

$$\left. \mp N^2(p + x d.X_1 + X_1) \pm xX_1\{xX_1 d^2.p + xX d.p - 3p d.X_1 - 2x^2 d.X_1 - 4xX_1\}\right\} -$$

$$= \frac{y}{2x^3X_1^2N}\Big\{N(px\mathrm{X}-2x^2\mathrm{X}_1)\mp N^2(x\mathrm{X}+3\mathrm{X}_1)\pm x\mathrm{X}_1(x\mathrm{X}_1d^2.p+$$

$$+ x\mathrm{X}\,d.p-3pd.\mathrm{X}_1-2x^2d.\mathrm{X}_1-4x\mathrm{X}_1)\Big\}\ldots\ldots\ldots(12).$$

Brengen wij deze waarden in (1) over dan zullen ook hier de termen met N elkander vernietigen en na voor $N^2$ hare waarde uit (9) te hebben geschreven en eenige herleiding verkrijgt men de vergelijking

$$x^3X_1d^2.p+xd.p(x\mathrm{X}-6\mathrm{X}_1)-3p(x\mathrm{X}-4\mathrm{X}_1)-2x^2(xd.\mathrm{X}_1-4\mathrm{X}_1)=0\,(13),$$

waaraan de functiën X en $X_1$ moeten voldoen.

Nemen wij voor $p$ de waarde 0 dan gaat (13) over in

$$x\,d.\mathrm{X}_1-4\mathrm{X}_1=0 \text{ dus } \mathrm{X}_1=x^4,$$

(6) in

$$x(\mathrm{X}-d.\mathrm{X}_1)+2\mathrm{X}_1=0 \text{ dus } \mathrm{X}=+2x^3;$$

(9) geeft dan voor N

$$\mathrm{N}=\sqrt{-4x^5\mathrm{X}_1}=2x^3\sqrt{-1},$$

en uit (10) volgt

$$y=e^{\int\frac{\pm\mathrm{N}}{2x\mathrm{X}_1}dx}=e^{\int\frac{\pm 2x^3\sqrt{-1}}{2x^5}dx}=e^{\mp\frac{1}{x}\sqrt{-1}}$$

als bijzondere integraal van de differentiaalvergelijking

$$y+2x^3\frac{dy}{dx}+x^4\frac{d^2y}{dx^2}=0.$$

9. Zij in de vergelijkingen

$$y+\mathrm{X}\frac{dy}{dx}+\mathrm{X}_1\frac{d^2y}{dx^2}=0.\ldots\ldots\ldots(1)$$

en

$$\varphi(1-d.\mathrm{X}+d^2.\mathrm{X}_1)-\frac{d\varphi}{dx}(\mathrm{X}-2d.\mathrm{X}_1)+\mathrm{X}_1\frac{d^2\varphi}{dx^2}=0\ldots(2)$$

de betrekking tusschen $y$ en $\varphi$

$$\varphi = \frac{y}{x} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3),$$

dus

$$\frac{d.\varphi}{dx} = \frac{x\frac{dy}{dx} - y}{x^2}, \quad \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{x^2\frac{d^2y}{dx^2} - 2x\frac{dy}{dx} + 2y}{x^3}.$$

Brengen wij deze waarden in (2) over dan verkrijgt men

$$y\left\{x^2(1-d.\mathrm{X}+d^2.\mathrm{X}_1)+x(\mathrm{X}-2d.\mathrm{X}_1)+2\mathrm{X}_1\right\}-x\frac{dy}{dx}\left\{x(\mathrm{X}-2d.\mathrm{X}_1)+2\mathrm{X}_1\right\}+$$

$$+x^2\,\mathrm{X}_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \ldots\ldots\ldots (4).$$

Uit (1) en (4) elimineeren wij $\frac{d^2y}{dx^2}$ en verkrijgen dan

$$y\left\{-x^2(d.\mathrm{X}-d^2.\mathrm{X}_1)+x(\mathrm{X}-2d.\mathrm{X}_1)+2\mathrm{X}_1\right\}-2x\frac{dy}{dx}\left(\mathrm{X}_1+x(\mathrm{X}-d.\mathrm{X}_1)\right)=0..(5)$$

Stel nu

$$x(\mathrm{X}-d.\mathrm{X}_1)+\mathrm{X}_1 = p \ldots\ldots\ldots (6),$$

dus

$$d.p = x(d.\mathrm{X}-d^2.\mathrm{X}_1)+\mathrm{X},$$

dan wordt de coefficiënt van $y$

$$-x(d.p-\mathrm{X})+x(\mathrm{X}-2d.\mathrm{X}_1)+2\mathrm{X}_1 = -xd.p+2\{x(\mathrm{X}-d.\mathrm{X}_1)+\mathrm{X}_1\} =$$

$$= -xd.p+2p,$$

en (5) wordt dus

$$y(2p-xd.p)-2px\frac{dy}{dx} = 0 \ldots\ldots\ldots (7);$$

dus

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y} = \frac{2p-xd.p}{2xp} = \frac{1}{x}-\frac{1}{2}\frac{d.p}{p},$$

dus

$$y = \frac{x}{\sqrt{p}} \ldots\ldots\ldots\ldots (8),$$

$$\frac{dy}{dx} = y\left(\frac{1}{x} - \tfrac{1}{2}\frac{d.p}{p}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

en

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\left\{\left(\frac{1}{x} - \tfrac{1}{2}\frac{d.p}{p}\right)^2 + d.\left(\frac{1}{x} - \tfrac{1}{2}\frac{d.p}{p}\right)\right\} =$$

$$= y\left\{-\frac{1}{x}\frac{d.p}{p} + \tfrac{3}{4}\left(\frac{d.p}{p}\right)^2 - \tfrac{1}{2}\frac{d^2.p}{p}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10).$$

Brengen wij deze waarden in (1) over dan zal men na eenige vereenvoudiging verkrijgen

$$2xX_1pd^2.p - 3xX_1(d.p)^2 + 2pd.p(xX + 2X_1) - 4p^2(x + X) = 0. \quad (11).$$

Aan deze vergelijking moeten dus X en $X_1$ voldoen opdat tusschen $y$ en $q$ de betrekking (3) plaats vinde, en dan is eene bijzondere integraal van (1) door de vergelijking (8) bepaald.

Stel $p = c$ dan wordt (11)

$$x + X = 0 \quad \text{dus} \quad X = -x.$$

(6) geeft dan voor $X_1$

$$X_1 - x\,d.\,X_1 = c + x^2 \quad \text{dus} \quad X_1 = c - x^2,$$

en

$$y = \frac{x}{\sqrt{c}}$$

is eene bijzondere integraal van de vergelijking

$$y - x\frac{dy}{dx} + (c - x^2)\frac{d^2y}{dx^2} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (A).$$

Men zou eene andere bijzondere integraal van deze laatste vergelijking onmiddelijk kunnen verkrijgen door haar te schrijven onder den vorm

$$y + x\frac{dy}{dx} - 2x\frac{dy}{dx} + (c - x^2)\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

Het eerste lid is onmiddelijk integreerbaar en geeft dan

$$yx + (c-x^2)\frac{dx}{dy} = 0,$$

en hieruit volgt

$$y = \sqrt{(x^2-c)}.$$

Met deze bijzondere integraal kan de algemeene integraal van (A) gevonden worden. Men verkrijgt dan

$$y = \sqrt{(x^2-c)}\left\{C_1 + C_2\int\frac{dx}{\sqrt{(x^2-c)^3}}\right\} = \left\{C_1 + C_2\frac{x}{\sqrt{(x^2-c)}}\right\}\sqrt{(x^2-c)} =$$
$$= C_2 x + C_1\sqrt{(x^2-c)}.$$

Stellen wij nu

$$C_1 = 0$$

dan is de tweede bijzondere integraal van (A)

$$y = C_2 x$$

hetgeen met de uitkomst door onze methode verkregen overeenstemt.

Stelden wij in (11)

$$p = x^2,$$

dan zou men verkrijgen

$$-4x^6 = 0,$$

hetgeen er op wijst dat voor dit geval de vergelijking niet kan worden geconstrueerd. Inderdaad is dan ook in dat geval

$$y = \frac{x}{\sqrt{(x^2)}} = \text{constant}.$$

10. Stel dat tusschen $y$ en $\varphi$ in de vergelijkingen

$$y + X\frac{dy}{dx} + X_1\frac{d^2y}{dx^2} = 0. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

en

$$q(1 - d.X + d^2.X_1) - \frac{d\varphi}{dx}(X - 2d.X_1) + X_1\frac{d^2\varphi}{dx^2} = 0 \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

de betrekking

$$q = \frac{y}{x^2}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

bestaat, dan is

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{x\frac{dy}{dx} - 2y}{x^3}, \quad \frac{d^2\varphi}{dx^2} = \frac{x^2\frac{d^2y}{dx^2} - 4x\frac{dy}{dx} + 6y}{x^4}.$$

Door het invoeren dezer waarden in (2) verkrijgt men

$$y\left\{x^2(1-d.X+d^2.X_1)+2x(X-2d.X_1)+6X_1\right\}-x\frac{dy}{dx}\left\{x(X-2d.X_1)+4X_1\right\}+$$
$$+x^2X_1\frac{d^2y}{dx^2}=0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

Trekt men hiervan het product van (1) met $x^2$ af dan heeft men

$$y\left\{-x^2(d.X-d^2.X_1)+2x(X-2d.X_1)+6X_1\right\}-$$
$$-2x\frac{dy}{dx}\left\{x(X-d.X_1)+2X_1\right\}=0 \quad \ldots\ldots\ldots (5).$$

Stel nu

$$p = x(X-d.X_1)+2X_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6),$$

dan is

$$d.p = x(d.X-d^2.X_1)+X+d.X_1,$$

en de coefficient van $y$ in (5) wordt dan

$$-x(d.p-X-d.X_1)+2x(X-2d.X_1)+6X_1=-xd.p+3(xX-xd.X_1+2X_1)=$$
$$=-xd.p+3p.$$

(5) wordt dus

$$y(3p-xd.p)-2xp\frac{dy}{dx}=0 \quad \ldots\ldots\ldots (7),$$

dus

$$\frac{\frac{dy}{dx}}{y} = \frac{3}{2x}-\frac{d.p}{2p},$$
$$ly = \tfrac{3}{2}lx-\tfrac{1}{2}lp,$$
$$y = \frac{x\sqrt{x}}{\sqrt{p}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8).$$

Derhalve

$$\frac{dy}{dx} = y\left(\frac{3}{2x} - \frac{d.p}{2p}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9),$$

en

$$\frac{d^2y}{dx^2} = y\left\{\left(\frac{3}{2x} - \frac{d.p}{2p}\right)^2 + d.\left(\frac{3}{2x} - \frac{d.p}{2p}\right)\right\} =$$

$$= y\left\{\frac{3}{4x^2} - \frac{3}{2x}\frac{d.p}{p} + \frac{3}{4}\left(\frac{d.p}{p}\right)^2 - \frac{d^2.p}{2p}\right\} \ldots\ldots (10).$$

Deze waarden in (1) overgebracht verkrijgt men na eenige herleidingen

$$2px^2X_1d.^2p - 3x^2X_1(d.p)^2 + 2xpd.p\,(xX + 3X_1) - p^2\,(4x^2 + 6xX + 3X_1) = 0 \ldots\ldots (11).$$

De functiën X en $X_1$ moeten dus aan (11) voldoen, opdat de betrekking $\varphi = \frac{y}{x^2}$ mogelijk zij, en (8) geeft dan eene bijzondere integraal van (1).

Stel $p = c$ dan wordt (11)

$$4x^2 + 6xX + 3X_1 = 0;$$

(6) $$x(X - d.X_1) + 2X_1 = 0.$$

En hieruit vindt men

$$X_1 = -\tfrac{4}{3}x^2,$$
$$X = 0$$

en dus $y = x\sqrt{x}$ als bijzondere integraal van de vergelijking

$$y - \tfrac{1}{4}x^2\frac{d^2y}{dx^2} = 0.$$

Stelde men $p = x\sqrt{x}$ dan zou $y$ constant worden en dus de differentiaalvergelijking onmogelijk zijn. Dit volgt ook uit (11) die voor dat geval geeft

$$4x^2 = 0.$$

Wij zullen ons hierbij bepalen en alleen nog opmerken dat het aantal vergelijkingen dat door deze methode kan geconstrueerd worden, beperkt is. Wel konden wij nog eene reeks betrekkingen tusschen $\varphi$ en $y$ behandelen, doch wij zagen dat voor elk geval, hoe eenvoudig ook, het aantal vergelijkingen die men construeeren kan, door de moeilijkheden die men te overwinnen heeft, gering is. Aan den anderen kant is de reeks van aantenemen betrekkingen tusschen $y$ en $\varphi$ mede niet onbepaald; elke willekeurige toch zou in deze methode niet passen. Stel toch, wij namen

$$\varphi = Sin y \text{ dus } d.\varphi = Cos y\, d.y,\ d^2.\varphi = Cos y\, d^2.y - Sin y\, (d.y)^2,$$

dan zou men, wanneer men deze waarden in (2) had overgebracht en dan met behulp van (1) $d^2.y$ had geëlimineerd, tot eene *niet lineaire* vergelijking van de eerste orde geraken en men was dus in het algemeen geen stap verder.

Intusschen is het misschien niet onmogelijk langs dezen weg tot het vinden van bijzondere integralen van sommige differentiaalvergelijkingen te geraken, die op eene andere wijze niet konden geïntegreerd worden. Op vergelijkingen van de derde orde laat de methode zich eveneens toepassen, misschien dat wij later daarop terugkomen.

# BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

# WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

**D. BIERENS DE HAAN,**

## I. OVERBRENGING DER BRIGGIAANSCHE LOGARITHMEN OP HET VADERLAND DOOR NEDERLANDERS.

### Adriaan Vlack en Ezechiel de Decker.

1. Het is bekend dat JOHAN NAPIER, baron VAN MERCHISTOWN, in Schotland (1614), en JOHANN BYRG, te Praag (1620), ongeveer te gelijker tijd de logarithmen uitvonden; dat NAPIER deze echter het eerst uitgaf, en dus terecht als de ware uitvinder wordt beschouwd; dat HENRY BRIGGS, Saviliaansch professor in de wiskunde te Oxford, deze logarithmen voor het tientallige stelsel berekende (1624) voor 1 tot 20000 en voor 90000 tot 100000, te zamen 30 chiliaden. Omtrent den arbeid van BRIGGS zij opgemerkt, dat hij reeds in 1617 zijn „Logarithmorum chilias prima" in 8°. uitgaf, en dat in enkele exemplaren zijner „Arithmetica logarithmetica" eene verdere chiliade van 100000 tot 101000 voorkomt, hoezeer daarvan op den titel geen melding wordt gemaakt.

Sedert werden die briggiaansche logarithmen overgeplant op het vasteland van Europa, en wel eerst in ons land of in Frankrijk. Hierbij ontmoet men de drie namen van EZECHIEL DE DECKER, DENYS HENRION en JOHANNES MAIRE. Dit punt is in den laatsten tijd onderzocht geworden door den Engelschen geleerde J. W. L.

GLAISHER en door mij: en hoezeer ons oordeel niet geheel gelijkluidend is, meen ik toch tot uitkomsten te zijn gekomen, die, zoo al niet volkomen zeker, dan toch zeer waarschijnlijk zijn. Het groote punt van verschil ligt hierin, dat GLAISHER aan D. HENRION en E. DE DECKER gelijke aanspraak toekent, terwijl ik meen bewezen te hebben, dat D. HENRION moet wijken voor de Nederlanders, en dat de arbeid van E. DE DECKER eigenlijk aan ADRIAAN VLACK ten goede komt.

2. Ten eerste moet dus de naam van JOHANNES MAIRE uit den wedstrijd worden verwijderd. Deze was een Leidsch boekverkooper en gaf als zoodanig uit een Canon Triangulorum in 1626 1), die slechts natuurlijke goniometrische functiën bevat, en dus hier niet in aanmerking kan komen. De naam van den schrijver is nergens vermeld, maar deze is de beroemde WILLEBRORD SNELLIUS. Het exemplaar toch, dat mij door Dr. J. J. TEDING VAN BERKHOUT ter inzage is verstrekt, bevat tevens de Doctrina Triangulorum van denzelfden WILLEBRORD SNELLIUS 2), mede in 1626, te Leiden, bij JOHANNES MAIRE gedrukt: dit werk is een opus posthumum, door MARTINUS HORTENSIUS in het licht gegeven. De voorrede begint aldus:

„ LECTORI BENEVOLO.

ANNVS *nunc est & quod excurrit, ex quo Cla-* ‖ *rissimus* D. SNELLIVS ὁ μακαρίτης *librum* ‖ *hunc praelo committere caepit; cumque partim* ‖ *per occupationes Typographorum, partim diuturnum* ‖ *ipsius morbum, res lentè admodum procederet, factum ut* ‖ *illo praematurâ morte terris erepto, nihil praeter* Cano- ‖ nem Triangulorum *typis excusum manserit.*"

Waaruit derhalve blijkt, dat de aangehaalde tafels van W. SNELLIUS zijn; maar in het vervolg der voorrede waarschuwt HORTENSIUS tegelijk tegen de mindere nauwkeurigheid dier tafels.

„*Usus enim sum tabulis quas hic habes, quibus ut id te* ‖ *obiter moneam, cave ne nimium confidas, cum editae sint* ‖ *vivo etiamnum Autore, cui tantum otij non fuit ut eas rele-* ‖ *gere, nedum omnia vitia emendare potuerit.*"

3. Er blijven dus slechts over D. HENRION en E. DE DECKER. Om bij den eersten te beginnen, heb ik een voorrecht gehad, dat de heer GLAISHER miste, namelijk om de volledige verza-

meling van zijne werken te zien, die in de bibliotheek der Groningsche Akademie voorhanden is en mij welwillend door Prof. ENSCHEDÉ ten gebruike is afgestaan. Daar deze verzameling „Memoires Mathématiques de D. Henrion" 3), twee deelen, 1623 en 1627, zeldzaam is, en in de voorrede van het tweede deel belangrijke opgaven bevat, zal ik mij veroorlooven, daarover eerst het een en ander op te merken. Vooreerst volge de inhoud der beide deelen.

Het eerste Deel bevat

*a* VIII bladz. (zonder pagineering) houdt titel, opdracht „à Mon-seigneur MAXIMILIAN DE BETHVNE, Marqvis de Rosny, Baron de Bontin" (2 blz.) „a la Noblesse Françoise" (3 blz.) gedateerd ce „15 Auril 1623." „Avertissement av Lectevr" (1 blz.).

A—Ee, (blz. 1—438) bevat

blz. 1—44, SOMMAIRE || DE || L'ARITHMETIQVE || MILITAIRE.

blz. 45—72, CONSTRVCTION || DE LA || TABLE DES SINVS, || TANGENTES ET || SECANTES, met de tafels zelve

blz. 73—163 (zonder pagineering) met den titel: „TABLE || DES || SINVS, || TANGENTES || ET || SECANTES || *Le total Sinus ou demy diametre estant || posé de* 100,000 *parties.*"

blz. 164—170, EXPLICATION ET VSAGE || *de la Table precedente, laquelle con-* || *tient les Sinus, Tangentes & Secantes || des arcs, qui sont depuis vne minutte || iusques à* 90 *degrez, s'excedant conti-* || *nuellement d'vne minutte.*

blz. 171—184, LA || DOCTRINE || DES " TRIANGLES "|| RECTILIGNES.

blz. 185—378, LA || GEOMETRIE || PRATIQVE. Définitions et IV Livres.

blz. 379—406, DE LA || CONSTRVCTION || ET FABRIQVE DES || FORTERESSES VSITEES || EN FRANCE, || *pour seruir d'explication à ce qui est traicté és || deux & troisiesme Liures des fortifica-* || *tions de Monsieur Errard.*

blz. 407—438, BRIEFVE || INSTRVCTION || POVR CONSTRVIRE || LES FORTIFICATIONS || PRATIQVEES AVX || pays-bas.

Daarop volgen de Privilege van den koning van Frankrijk, 11 Maart 1621 — dat van de Staten-Generaal van 29 Mei 1621, en ten slotte „Acheué d'imprimer le 20 Auril 1623."

Het tweede deel bevat:

*a* (XVI blz. zonder pagineering) houdt titel, opdracht „A

MESSIRE HENRY DE SAVLX, MARQVIS DE TAVANES" (2 blz.): een "D. HENRION AV LECTEVR (11 blz.) en de "Extraict du Priuilege du Roy" gedateerd "*Don-* ‖ *né à Paris, le* 24. *iour de Decembre* 1624. *& de nostre regne le quin-* ‖ *ziesme. Signé par le Roy en son Conseil.* RENOVARD. *Et plus* ‖ *bas signé en queuë.* FOVDRIAC; *et Seellé de cire iaulne.* ‖ Acheué d'imprimer, le 25. Feurier 1627."

A—Eee, blz. 1—816 met plaat, bevat

blz. 1—15, SOMMAIRE ‖ DES FRACTIONS ‖ ASTRONOMIQVES (over verdeeling in graden, minuten, seconden enz.)

blz 16 is wit.

blz. 17—136, TRAICTÉ ‖ DES ‖ TRIANGLES ‖ SPHERIQVES.

blz. 137—336, PRACTIQVE ‖ DES ‖ TRIANGLES SPHERIQVES.

blz. 337—340, (zonder pagineering) bevat titel en opdracht A MONSEIGNEVR FRIDERIC EBERHARDT, COMTE D'OTTINGEN (2 blz.)

blz. 341—368, PREFACE — ENSVIT LE CANON DES LOGARITHMES p. 369—591 (zonder pagineering) met 10 mantissen en de differentien tusschen de opvolgende Logarithmen van 1 tot 2 0001.

blz. 591—644, "Vsage d'iceluy Canon".

ENSVIT ‖ LE CANON DES SINVS ‖ ET ‖ TANGENTES ARTIFICIELLES ‖ de tous les degrez & minutes du ‖ quart de cercle, ‖ *Le rayon ou total Sinus estant* 100000000. p. 645—689 (zonder pagineering.

blz 690—708, EXPLICATION ‖ ET VSAGE DV CANON ‖ PRECEDENT.

De blz. 337—708 hebben tot titel

TRAICTÉ ‖ DES ‖ LOGARITHMES. ‖ *Par* D. HENRION. *Professeur ès* ‖ *Mathematiques.* ‖ A PARIS, ‖ chez l'Autheur, démeurant en l'Isle du ‖ Palais, à l'Image S. Michel. ‖ M. DC. XXVI. ‖ *Auec Privilege du Roy.* ‖ in 8°.

Eindelijk:

blz. 709—712 en eene plaat, (zonder signatuur of pagineering) houdende opdracht "A MONSIEVR MONSIEVR OSEVVALD SEESTED, SEIGNEVR DE DEPENOVV" en het "AV LECTEVR". Verder blz. 713—816. De titel is:

LOGOCANON, ‖ OV ‖ REGLE ‖ PROPORTIONELLE. ‖ SVR ‖ Laquelle sont appliquées plusieurs lignes & figures, ‖ diuisées selon diuerses proportions & mesures, ‖ en faueur de ceux qui se delectent en la pra- ‖ ctique des diuines Mathematiques. ‖ *Par*

D. HENRION, *Mathematicien.* ‖ A PARIS, ‖ Imprimé par I. Bourriquant pour l'Autheur, ‖ Et se vend ‖ chez SAMVEL THIBOVST, au Palais, ‖ en la Gallerie des Prisonniers. ‖ M. DC. XXVI. *Auec Priuilege du Roy.* ‖ in 8°.

In de „AV LECTEVR" aan het begin van het tweede deel verhaalt hij omtrent de werken, die hij uitgaf, het volgende.

1612. „Mémoires Mathématiques"; met denzelfden inhoud als het eerste deel van de tweede uitgaaf. Hij wilde toen de overige wiskunde, op dezelfde wijze behandeld, in nog drie deelen doen volgen.

1614. „Elements d'Euclide en nostre vulgaire" (in het Fransch). De herdruk van 1621 is veel nauwkeuriger; de eerste druk was slechts nagezien door een zijner vrienden.

1615. „Elements spheriques de Theodose."
In plaats van nu het tweede deel der Mémoires Mathémathiques uit te geven met de korte theorie van elk bijzonder gedeelte, gaf hij verder, op raad zijner vrienden, de voorkeur „à traicter plus en long les choses." Dientengevolge verschenen

1617. „Doctrine des triangles spheriques."

1617. „Sommaire des Fractions Astronomiques" „mais non pas mis en lumière."

1618. „Usage des globes de ROBERT HUEZ."

1618. „l'Usage du Compas de Proportion." Dit werk beleefde verscheidene herdrukken: de latere met eene „partie seconde", die de bewijzen bevat der eigenschappen, gebruikt in het eerste deel. De uitgave van 1626 bevat nog een „Appendice" over nog andere lijnen, behalve de vier, die op het werktuig voorkomen.

1619. „Canon Manuel des Sinus, Touchantes et Couppantes & Sommaire .Practique de toute la Trigonometrie". De tweede druk van 1623 was veel nauwkeuriger, vooral eene latijnsche uitgave van datzelfde jaar, die nog bovendien bevatte: „une Sommaire Practique de la Prosthapherese."

1619. „La Geometrie Practique du Sieur Errard", met de noten. „Mais ie ne voulus pas lors me declarer Autheur des nottes."

1620. „La Cosmographie. De tweede druk van 1626 is nauwkeuriger."

Omdat er verscheidene onnauwkeurige nadrukken van enkele, ook niet uitgegeven, geschriften in het licht kwamen, gaf HENRION

1620. „Collection ou Recueil de divers Traictez Mathematiques," die bevatte: „Arithmétique, Traicte d'Algebre et la briefve Instruction pour construire les Fortifications practiquées aux pays-bas."

1621. begon hij aan de tweede uitgave van het eerste deel zijner „Mémoires mathématiques."

1626. „Tables des Directions & Profections faites par Iean de Mont-Royal."

1626. „Traicté des Logarithmes."

1626. „Construction & Usage d'une nouvelle Regle proportionnelle."

Verder waarschuwt hij nogmaals tegen de „editions contrefaictes" vooral van de Sommaire d'Algèbre et van l'Usage du Compas de Proportion.

Deze opgaven van den schrijver zelven kunnen dus dienen voor hen, die enkele der werken van DENYS HENRION bezitten, afzonderlijk uitgegeven.

Misschien kan het zijn nut hebben, bij deze gelegenheid er op te wijzen dat D. HENRION in ons vaderland niet geheel vreemdeling was: in 1622 toch was hij aldaar. Immers in de opdracht van zijn Traicté des Logarithmes verhaalt hij, hoe hij aldaar zich met de Logarithmen bezig hield.

„A MONSEIGNEUR ‖ FRIDERIC EBERHARDT, ‖ COMTE D'OTTINGEN ‖ MONSEIGNEUR ‖ *Il y a quatre ans qu'e-* ‖ *stant ens Hollande ie fus* ‖ *prié par plusieurs Gen-* ‖ *tils hommes Allemans de* ‖ *leur expliquer la construction & usage* ‖ *du Canon des Logarithmes, mis en lumier-* ‖ *re par Jean Neper Baron de Merchiston:* ‖ *ce qui fust cause que i'employay quelque* ‖ *temps sur ceste noble invention, & en* ‖ *fis ce Traicté.*"

HENRION kende namelijk eerst slechts de eerste chilias van BRIGGS en was toen zelf aan het berekenen van de volgende logarithmen begonnen, dat hij echter had opgegeven toen de volgende Chiliaden verschenen.

4. Maar wij moeten nu overgaan tot het bepalen van het juiste tijdstip der uitgave van HENRION's Logarithmentafels.

Het tweede deel der Mémoires mathématiques heeft als jaartal 1627. Het „Extrait du Privilege" is gedateerd 24 Decembre 1624. „*Donné a Paris le 24 iour de Decembre 1624 & de nostre regne le quin- || zièsme. Signé par le Roy en son Conseil.* RENOUARD, *Et plus || bas signé en queuë* FOVDRIAC: *et Seellé de cire iaulne.* || Acheué d'imprimer le 25. Feurier. 1627." De „Traicté des Logarithmes" heeft eene afzonderlijke titel met het jaartal 1626. Daar het hier op maanden aankomt, bewijzen deze datums dus nog niets.

Maar dit „Traicté" bevat de bladz. 337 tot 708: terwijl het overige van het tweede deel, dat 25 Febr. 1627 was afgedrukt, slechts de bladzijden 709 tot 816 bevat. Het is derhalve te onderstellen, dat het drukken der tafels, in de onderstelling, dat zij dadelijk na het afdrukken afzonderlijk werden uitgegeven, eerst tegen het einde van 1626 konde geëindigd zijn. En deze onderstelling wordt bijna zekerheid door de volgende woorden, die voorkomen op de achtste bladzijde van de voorrede: „AV LECTEVR" (zonder pagineering, voor vel A): HENRION zegt daar

„Et au commencement de l'année 1626 ie laissé aller en pu || blic les Tables des Directions & Profections faites par Iean || de Mont-Royal. . . . . || Après l'edition d'icelles Tables de Mont-Royal, ie mis aussi || soubs la presse un Traicté des Logarithmes & ensuitte d'ice- || luy, la Construction et Usage d'une nouvelle Regle proportio- || nelle: & depuis ce temps-la le public a iouy de ces deux Trai- || ctez distincs & separez."

Het „Traicté" werd dus wel degelijk afzonderlijk uitgegeven — zooals de heer GLAISHER daarvan ook een afzonderlijk exemplaar heeft gezien, — werd op de pers gebracht in 1626 na de „Tables de Mont-Royal" en vóór de „Nouvelle Règle". Daar nu dit Traité 372 bladz. en de Nouvelle Règle slechts 108 bladz. bevat: en daarenboven de druk van het eerste zeker veel meer moeite en correctie gekost heeft, dan die van het tweede; kan de Traité niet veel vroeger van de pers zijn gekomen dan tegen het einde van 1626.

Nu zullen wij straks zien, dat het werk onder den naam van EZECHIEL DE DECKER, den 4$^{den}$ September 1626 is uitgekomen: en daarmede is dan mijn eerste stelling bewezen, „dat de eerste

der Briggiaansche logarithmen op het vasteland aan Nederlanders te danken zijn.

5. Wij hebben dus nu de uitgaven van EZECHIEL DE DECKER na te gaan.

Deze was een landmeter, liefhebber van mathematische wetenschappen en rekenmeester, en woonde omstreeks 1626 te ter Goude, de stad van de Goudsche pijpen en geschilderde kerkramen. Hij kwam aldaar in kennis met ADRIAAN VLACK, een jongeling van goeden huize, — dit geslacht toch had meermalen zitting gehad in vroedschap en raden dier stad, — die mede een liefhebber der wiskunde was, *„den Konstlievenden Ionghman* Adriaen Vlac, (*die hem doenmael met grooten yver inde Meetkonst oeffende*)." Deze kende het latijn, dat is, hij had eene geleerde opvoeding genoten, en hierin was hij EZECHIEL DE DECKER van grooten dienst. Zoo was DE DECKER bij zijn onderwijs dikwerf gestuit op het lastige van groote berekeningen, en zocht hij steeds naar middelen om hierin te voorzien. In de voorrede van zijn werk „Eerste deel van de nieuwe Telkonst" [4]) schrijft hij aldus.

„TERWIJL *ick inde Vermaerde Stadt Gouda Profes- || sie doende vande Meetkonst ende Rekenkonst bevondt, || dat vele Leerlingen grooten schrick ende afkeericheydt || hadden vande Konsten, door de groote ende verdrietighe Reke- || ninghen, die inde selfde voorkomen, alsoo dat de selfde by haer in || verachtinghe zijn in plaets van die te beminnen, ende ooc bevondt, || dat ick selfs veel tijdts moste besteden int solveren van eenighe || questien die my daghelijcx voorquamen, ben ick seer begheerich || geweest om eenighe remedie daer toe te konnen vinden.*" Dit gevoel van vermoeidheid was algemeen in die dagen en heeft zeker veel bijgedragen tot het uitvinden der rhabdologie en der logarithmen zoo wel, als tot het spoedig opnemen daarvan in de dagelijksche bewerkingen. DE DECKER verklaart van zich zelven dat hij geen latijn verstond [*„Doch also ick inde Latijnsche sprake onervaren was*"]: maar VLACK vertaalde de latijnsche voor hem in het Hollandsch. Vooreerst de „Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio JOANNIS NEPERI [5])": welk werk hem echter te geleerd voorkwam voor zijn doel (*hoewel mij 't selfde sonder- || lingh behaechde, nochtans bevindende dat*

*het dingen waren, die voor de gemeene Luyden, die haer in de Wiskonsten niet en oeffenen, ondienstigh waren, heeft het mijn wenschen t' eene mael niet konnen voldoen):* toen de Rhabdologia [6]) van denzelfden schrijver, *„waer in ick bevont het ghene mijn begheeren volkomen voldede":* eindelijk HENRICI BRIGGII Arithmetica Logarithmica [7]) en de tafels van EDMUND GUNTER [8]). EZECHIEL DE DECKER en ADRIAAN VLACK besloten [*„ons voornemen is"*] om deze drie laatste werken te zamen in het Hollandsch uit te geven, *„ende eenighe andre lichte manieren tot dagelicxse Coopmans Rekeningen te beschrijven, waer toe mij heeft den Kunstlievenden* ADRIAEN VLACK *verweckt, met belofte om syn hulpe ende arbeyt tot vervorderinge van 't Werck niet te sparen."* Het werk zoude tot algemeenen titel hebben „Nieuwe Telkonst" en uit twee deelen bestaan, *„waer van wy nu het Eerste Deel voor den dach brenghen."* Dit bevatte twee boecken van de Tellingh door Roetjes (de Rhabdologia), een Aenhangsel van het Veerdigh Gereetschap voor Menigvuldigingh (het Supplementum Multiplicationis Promptuarium), en de Plaetselicke Telkunst (de Arithmetica Localis); deze stukken, allen van J. NEPER, waren door ADRIAAN VLACK in het Hollandsch overgebracht. Maar omdat men deze regels slechts op geheele getallen konde toepassen, voegde EZECHIEL DE DECKER daaraan toe eene verhandeling „van Coopmans Rekeningen"; waarin hij het gebruik leerde van de tiendeelige breuken [*„heb ick daar aen bijgevoecht, hoemen alle Coopmans Rekeningen door heele getallen sonder gebrokens sal konnen afveerdighen door kracht vande Thiende"*]. Van deze Thiende van SIMON STEVIN vindt men een afdruk aan het einde van dit Eerste Deel.

De voorreden, waaruit het bovenstaande ten deele is genomen, eindigt met de woorden:

*„t' Welck beminde Leser wy goet ghevonden hebben te vermanen, derhalven wilt onsen arbeyt ende ghenegenheyt ten besten duyden, en voor lief nemen, ende verwachten met patientie, tot dat het Tweede Deel voldruckt is. . . . . .*

*Wt Gouda. den 4 September int Jaer* 1626. EZECHIEL DE DECKER."

6. Ter zelfder tijde gaf EZECHIEL DE DECKER een ander werk in het licht [9]) onder bijna denzelfden titel, maar nu in 8°.;

het vorige was in 4°. Dit feit heeft waarschijnlijk de bibliographen in de war gebracht, te meer daar beide werken vrij zeldzaam zijn. Op dit laatste werk was reeds door mij gewezen in een opstel, „Iets over logarithmentafels 1862", door de Kon. Akad. van Wetenschappen uitgegeven [10]); maar de heer GLAISHER heeft beide werken op nieuw behandeld in een opstel over oudere logarithmentafels, in het jaar 1872 [11]). De reden van deze afzonderlijke uitgaaf vindt men in de „VOOR-REDEN Tot den Goetwillighen ende Konstlievenden Leser" aldus opgegeven.

Nadat hij de drie, vroeger besproken, engelsche werken vermeld heeft, zegt hij voornemens te zijn, die werken „*int Nederduyts te laten uytghaen, met behulp van den Konstlievenden Jonghman* ADRIAEN VLACK" onder den titel van: „Het Tweede Deel Vande NIEVWE TELKONST". Daarop laat hij volgen: „*Ende nadien dit grooter sal zijn als het Eerste Deel, het twelck wy nu int licht gebracht hebben, soo salder wat meerder tijdt van noode zijn om het t'selfde te drucken: Maer alsoo eenige Liefhebbers verlanghen het gebruyck daer van te moghen sien, ende doch eenighe Handtboeckxkens van doen hebben, soo hebben wij dit doen Drucken, op dat sy ondertusschen moghen daer mede haer profijt doen.*" Men ziet dus, dat dit werkje, in afwachting van het grootere werk, slechts voor een handboek bestemd was, „*waer mede den Konstlievenden leser hem sal ghelieven te contenteren, tot dat wy met Godts hulpe het Groote Werck voleyndicht hebben,*" waarmede hij de groote engelsche tafels bedoelt. Dan zegt hij ten slotte: „*Geniet ondertusschen dit, en soo het u wel behaeght, sal het toecomende beter doen.*" De voorreden eindigt weder, evenals boven, „*Ter Goude, den 4 September* 1626. EZECHIEL DE DECKER." Maar, zoo als het met menschelijken arbeid en plannen wel meer gaat, dit „Groote Werck" is nimmer verschenen: waarom en hoe dit geschiedde, althans wat ik meen dat daarvan de oorzaak is, hoop ik straks mede te deelen.

Deze Nieuwe Telkonst in 8°. bevat nu, in de acht eerste bladzijden, zonder pagineering, den titel, het privilegie, de Voorreden (3 bladz.) en drie latijnsche verzen van ANDREAS JUNIUS, Professor Philosophiae te Edinburgh, ter eere van NAPIER. Voorts:

A— D (bladz. 1—51) onderwijsingh hoemen de Tafel HENRICI BRIGGII verstaen sal om te gebruycken;

A—M ( 168 bladz., zonder pagineering), met den titel

HENRICI BRIGGII ‖ TABVLA ‖ LOGARITHMORVM ‖ PRO NVMERIS AB VNITATE ‖ AD 10000. ‖ GOVDAE, ‖ Typis Petri Rammasenij. ‖ MDCXXVI.

Deze tafels geven de logarithmen der natuurlijke getallen met tien mantissen en de verschillen in twee kolommen, op iedere bladzijde, die aldus zestig logarithmen bevat.

A—F ( 90 bladz., zonder pagineering), met den titel

EDMVNDI GVNTERI ‖ TAFEL ‖ Van Hoeck-maten ende ‖ Raecklijnen (sic) den Wortel zijnde van ‖ 10000,0000 deelen.

Zij bevat de logarithmen der sinussen (en cosinussen), der tangenten (en cotangenten) voor iedere minuut met zeven mantissen.

7. Nu wij den inhoud van beide werken, „de Nieuwe Telkonst van EZECHIEL DE DECKER" kennen, moeten wij overgaan tot het onderzoek naar het tijdstip van de uitgave: en dit zal spoedig afgeloopen wezen.

Beide werken bevatten het „Previlegie van de Staten Generael der Vereenighde Nederlanden, voor den tijdt van thien naestkomende Jaren in de Vereenighde Provincien," en wel ten name van ADRIAEN VLACK, aan wien een derde der boete voor nadruk of invoer daarvan wordt toegekend, bestaande in de verbeurdverklaring der exemplaren en het betalen van 150 gulden. Het is gedateerd: „Ghedaen in 's Gravenhage op den xxiiij. Decembris XVIc vijfentwintich" (dat is 1625).

Daar het privilegie dus is toegekend vóór het einde van het afdrukken, den 4 September 1626, zoo als wij boven zagen, is dit laatste tijdstip het gezochte. Vergelijkt men dit met hetgeen aan het einde van § 4 voorkomt, dan blijkt daaruit, dat het werk, beschreven in § 6, vroeger het licht zag dan dat van § 4, en dat dus Nederland niet met Frankrijk behoeft te deelen de eer van de Briggiaansche logarithmen op het vasteland te hebben ingevoerd.

8. Maar dit onderzoek, en bepaaldelijk de bewoordingen van het privilegie, leert nog meer. Zoo als wij zagen, staat het privilegie op naam van ADRIAAN VLACK, terwijl op de titels van beide werken, in § 5 en 6 beschreven, EZECHIEL DE DECKER als schrij-

ver wordt opgegeven, en ADRIAAN VLACK slechts op den titel van het boek in § 5 wordt genoemd, doch niet op dien van het werk in § 6. Beide werken zijn gedrukt bij Pieter Rammaseyn, boekverkooper, wonende in het corte Groenendal, tot uithangbord hebbende, zooals toen de gewoonte was, het duytsch vergult A B C. Daaruit volgt, dat ADRIAAN VLACK toen reeds boekdrukker en uitgever was, onder den naam der firma „Pieter Rammaseyn." Dit was ook de meening van MONTUCLA [12]), die VLACK noemt „libraire et mathématicien Hollandais"; maar zij werd in der tijd tegengesproken door onzen verdienstelijken MOLL [13]), die meende dat MONTUCLA zich had vergist. Trouwens, in eene autobiographie van onzen VLACK, gevonden door den heer GLAISHER [14]), en waarop misschien later nog eens kan worden teruggekomen, verhaalt hij, hoe hij boekverkooper is geworden ter wille van de uitgave zijner tafels. Ook vinden wij denzelfden VLACK later als boekdrukker en uitgever in den Haag terug. (1661 en 1665).

9. Nog eene andere zaak blijkt mijns inziens uit het reeds gezegde, dat wij namelijk niet zoo zeer aan EZECHIEL DE DECKER, maar eigenlijk aan ADRIAAN VLACK de invoering der Briggiaansche logarithmen verschuldigd zijn, afgezien nog van de verdiensten, die ontegenzeggelijk aan VLACKS zelfstandigen arbeid op dit gebied zijn toe te kennen. En deze stelling hoop ik nog nader te staven.

Vooreerst blijkt uit het voorgaande genoegzaam, dat het ADRIAAN VLACK was, die de engelsche tafels met het bijwerk uit het latijn vertaalde, en dat hij met EZECHIEL DE DECKER in vriendschappelijke verhouding verkeerde. Hij was in 1626 zeker reeds bezig met het berekenen der logarithmen van 20000 tot 90000 met tien mantissen, die hij twee jaren later in 1628 uitgaf onder den titel van: „Arithmetica Logarithmica": dit deed hem toen „het Groote Werck" belooven. Dan, toen hij daarmede gereed was, begreep hij zeker, dat het beter was, deze uitkomsten in te lasschen in eene groote volledige logarithmentafel met den vermelden titel, en daarmede verviel de aanleiding tot het „Groote Werck". En nu heeft hij ook, waarschijnlijk met het oog op het betere debiet, in het vervolg de „Nieuwe Telkonst in 8°." geheel verzwegen; nergens maakt

hij daarvan melding, evenmin van den naam van EZECHIEL DE DECKER. Had deze dus werkelijk de engelsche tafels in het hollandsch bewerkt, dan moest daaruit noodwendig een strijd, of althans eene verkoeling der vriendschappelijke betrekking ontstaan zijn. Maar niet alleen, dat men nergens daarvan iets vermeld vindt, dat nergens ook van een verdediging van VLACK sprake is; er zijn bewijzen, dat ook na 1628 de verhouding tusschen beide Goudenaars eene vriendschappelijke was gebleven. Drie jaren later toch (1631) vinden wij EZECHIEL DE DECKER in Rotterdam terug, met dezelfde titels als vroeger te Gouda: hij was misschien daarheen getrokken, om in die stad van zeevarenden een wijder veld voor zijn onderwijs te vinden, dan in het kleine landstadje Gouda. Aldaar gaf hij uit „Practyck van de Groote Zeevaart" [15]) en deze werd wederom bij de firma Pieter Rammaseyn, dat is, zooals wij boven zagen, bij ADRIAAN VLACK te Gouda gedrukt. Eerst een tweede druk van dit werk [16]) in 1659, werd te Rotterdam gedrukt; maar toen was VLACK ook reeds sedert langen tijd uit Gouda vertrokken.

In de eerste druk van 1631 geeft DE DECKER bij ieder vraagstuk ook de oplossing door middel der Logarithmen. „Soo sullen wy stellen by yder soodanighe Questie, op wat maniere t'selfde gheschiet" (op de bladzijde die achter de trigonometrische tafels van dat werk volgt) — een bewijs hoezeer toen reeds, binnen zoo korten tijd, het gebruik der logarithmen in het dagelijksche werk der zeelieden was doorgedrongen. Daarbij verwijst hij, zoo als natuurlijk is, naar zijne „Nieuwe Telkonst in 8°." maar nergens ook weder eenig verwijt tegen VLACK.

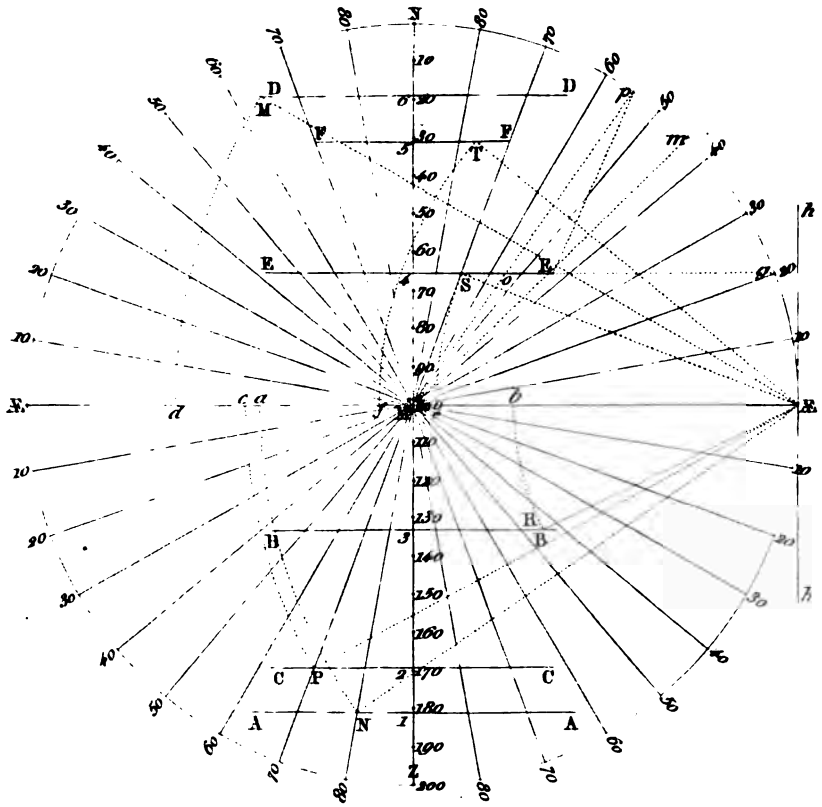
Uit dit alles kan men dus, meen ik, met grond opmaken, dat de Briggiaansche logarithmen het eerst eigenlijk door ADRIAAN VLACK op het vasteland zijn overgebracht. In een volgend opstel hoop ik de verdere werkzaamheden van VLACK op dit gebied na te gaan: en wil hier afscheid nemen van EZECHIEL DE DECKER, met vermelding van het volgende.

10. Overeenkomstig het gebruik van dien tijd had hij een elftal questien te Rotterdam en elders laten aanslaan, dat is, publiek ter oplossing opgegeven. Deze werden door J. J. STAMPIOEN DE JONGHE opgelost niet alleen, maar ook gecritiseerd in diens „Solvtie op alle de Quaestien" [17]). STAMPIOEN maakt opmerk-

zaam op fouten in de opgaven; doet zien, dat het eerste een vraagstuk van interest, het vijfde en zesde van wortelvormen, het zevende tot het tiende van verdeeling van figuren zijn; dat het tweede en derde vraagstuk voorkomt bij L. van Ceulen, van den Circkel N°. 88, en van Interest N°. 168; het vierde bij Diophantus, Boek IV, Quaestie 14; het elfde bij A. Metius, Sphaerische Triangulen, blz. 103. Ten slotte biedt hij E. DE DECKER drie kruysguldens aan voor de oplossing van eene voorgestelde questie, die op eene derdemachtsvergelijking uitloopt. STAMPIOEN voegt daarbij: „Sulckx doende mach de Esels-ooren onder den Leeuwen-huyt wat bedecken, ende de Pauwe vederen op het Exter-lijf een weynigh behouden". Naar de voorrede van STAMPIOEN, zoude E. DE DECKER „van hem gegeven hebben," „dat die (Vraegh-stucken) niet gedaen en wierden, ende niemant die kon solveren, ofte ontbinden": en derhalve zal hem dit eene goede, al zij het dan ook niet eene zachte les zijn geweest. Trouwens, uit het voorgaande is reeds op te maken, dat ook STAMPIOEN niet altijd even nederig was: en dit zal duidelijk blijken uit zijn aankondiging op het einde van het voormeld geschrift, die hier moge volgen.

„Den Thoonder deses, ‖ DOET ‖ PROFESSIE, ‖ Om te leeren soo wel Bejaerde ‖ als aenkomende Persoonen, ‖ TE WETEN: ‖

ARITHMETICAM, of de Reken-konst, waer inne ‖ begrepen zijn alle de Regulen ende practiquen, met haerder ‖ *wis-konstighe* Bewijs-Redenen; dienstigh tot verlichtingh ‖ der selfder Midtsgaders oock de Konst-Ryckxste *Regulen* ‖ ALGEBRAE ofte *Coss*, daer bij voegende nieu-gevonde ende kon- ‖ stige wercking, om alle *Aequatien* ofte vergelijckingen, soo door ver- ‖ scheyde Natuer der lynien (met Passers daer toe bereydt zijnde) als ‖ oock in ghetallen (door geschickte lichamelijcke snede) *Wis-konstigh* ‖ te Ontbinden: (myns wetens voor desen noyt bekent). Van ghelijc- ‖ ken oock wat de GEOMETRIA aengaet, alles konstigh ende op ‖ de lichtste maniere te solveren ende t'Ontbinden, alle subtyle voor- ‖ stellen; soo wel op 't papier met lynien end'ghetallen *Wis-konstigh* ‖ als oock op 't Lant-tuyghwerkelijck. Waer aen behoort de Dee- ‖ lingh, soo der geschickte als d'ongheschickte ofte *Irreguliere* Landen, ‖ ende dat op verscheyde voor-vallen; waer mede een geschickt Landt- ‖ Meter behoort begaeft te zijn. De *Demonstratie* ofte 't bewijs van de ‖


N
D
D
M
F
F
T
E
E
S
B
B
R
C
C
P
A
A
N
Z
h
h
m
p
d
c
a
b
f

18 Boecken *Euclidis*, met den aenpalen van dien. De *Elementa Co-* || *nica Apollonij Pergaei*, met haerder bewijs. *Opticam: Catoptricam;* || end'*Dioptricam*, (zijnde wetenschappen aller Subtijlheden). De || Regulen ende practiquen der *Perspectijf*, met het bewijs van dien; || Mitsgaders oock de Regulen der *Fortificatien* of sterckten-bouwinge, || soo wel op *Reguliere* als *Irreguliere Forteressen*. De Konste van 't Bos- || schieten; Wijn-Roeyen. 't Maken en 't rekenen der Tal-stocken, || ende Wyn-Roeden, (Soo wel dienstigh tot het meten der wannigheyt als der gheheelen inhout) &c. 't Calculeren der Tafelen *Sinuum*, *Tan: & || Sec:* ende oneyndigh meer andere.

De wetenschappen der ASTRONOMIAE end 't Dependeren || der selfder, soo voor Zee-vaerders, Stuyr-lieden; als oock voor alle || Hemel-Meters end *Observatores* ofte gaslagers. 't Solveren aller || *Astronomische* Quaestien. De Sphaerische Rekening, ende dat op ver- || scheyde konstighe, ende lichte manieren; met het bewijs van dien. || 't Gebruyck ende t maken van 't *Astrolabium Catholicum*, (met sy- || ne *Optice* Bewijs-Redenen) als oock van andere *Astronomische* In- || strumenten meer, &c. 't Calculeren ende 't rekenen van alle formen || van Sonne-wysers, soo wel op *Reguliere*, als *Irreguliere Superficien*.

Den Stijl van 't *Italiaens Boeck-houden*: Soo wel voor Koop-lieden, || Commysen, ende Factoors, &c. in Koopmansgoederen: Als oock in || Domeynen voor Financiers der Koninghen ende Princen, &c. || *Mr.* J. J. STAMPIOEN, *d'Jonghe*, || *woonende tot Rotterdam.*"

Dit programma of prospectus is zoo geheel overeenkomstig den geest der toenmalige onderwijzers in de wiskundige wetenschappen, dat ik het als een staaltje daarvan meende te mogen mededeelen.

# AANTEEKENINGEN.

[1]) CANON || TRIANGVLORVM, || HOC EST, || SINVVM, TANGENTIVM || & Secantium Tabulae, ad taxa- || tionem radij 100000.00, || *Ex accuratissimis Operis Palatini ta- || bulis expressae.* || vignette, ovaal met twee krijgslieden, waarvan er een een knuppel, de andere een vaandel met het Leidsche wapen draagt, met het randschrift: INVICTA CONCORDIA|| LVGDVNI BATAVORVM. || Apud JOANNEM MAIRE. || CIↃ IↃC.XXVI. || in 8°.

A—M (bladz. 1—181.)

[2]) WILLEBRORDI SNELLI || A ROYEN, R. F. || DOCTRINAE || TRIANGVLORVM || CANONICAE || LIBRI QVATVOR, || *Quibus* CANONIS *sinuum, Tangentium,* || *& secantium constructio,* || TRIANGVLORVM tam PLANORVM quam || SPHAERICORVM expedita dimensio, || *breviter ac perspicue traditur:* || Port mortem Autoris in lucem editi a MAR- || TINO HORTENSIO Delfensi; || *Qui istis Problematum Geodaeticorum & Sphaericorum tractatus sin- || gulos adjunxit, quibus praecipuarum utriusque Trigonome- || triae propositionum usus declaratur.* || vignette, een spittende man, met het randschrift: FAC ET SPERA. || LVGDVNI BATAVORVM,|| Ex officinâ JOANNIS MAIRE. || CIↃIↃCXXVII. || in 8°.

XVI bladz. bevat titel, opdracht (8 bladz.) aan

„*Illustrissimis Potentissimis* || DD. ORDINIBVS || HOLLANDIAE & WESTFRISIAE. || *Amplissimis Prudentissimisque* || DD. PRAETORIBVS, CONSVLIBVS, || SYNDICIS inclitarum Rerumpublicarum || DORDRACENAE, DELFENSIS, ALCMARIANAE. Studiorum Mathematicorum patro- || nis summis.

Vervolgens de voorrede (2 blz.): een vers van Hugo Boxel, L. A. M. (1 blz.) en een ander (2 blz.) van Joh. Corneli Wourdanus; de 16e blz. is wit.

A—Q (blz. 1—244) bevatten

LIBER PRIMVS de inventione rectarum Circulo adscriptarum (blz. 1—32); Appendix DE CONSTRVCTIONE ET FABRICA CANONIS SI-*nuum, plenior & uberior commentatio.* (blz. 33—61); LIBER SECVNDVS DE TRIANGVLIS *planis* (blz. 62—88); PROBLEMATA GEODAETICA (blz. 89—108); LIBER TERTIVS: *De* TRIPLEVRIS *sphaericis* (blz. 109—173); LIBER QVARTVS: DE TRIPLEVRIS OMNIBVS VNIVERSIM, *Absque ulla reductione ad Rectangula.* (blz. 175—228); PROBLEMATA SPHAERICA (blz. 229—244).

3) MEMOIRES || MATHEMATIQVES || RECVEILLIS ET DRESSEZ || EN FAVEVR DE LA NOBLESSE || FRANÇOISE. || Par D. HENRION. Mathematicien. || PREMIER VOLVME, || Auquel est traitté || *De l'Arithmétique militaire; Construction des tables des Sinus, Tou-* || *chantes & Couppantes; Doctrine des triangles Rectilignes; Practique* || *de diuers Problemes Geometriques; Dimension des lignes droictes. Su-* || *perficies & Corps; Practique du Compas de proportion*; *& de la* || *Construction des Forteresses; seruant d'explication & augmentationies* || *deux et troisiesmes Liures des Fortifications de Monsieur Errard.* || SECONDE EDITION, reueuë, corrigée & augmentée en diuers en || droicts; et mesme d'un traicté entier cõtenant vne briefve instru- || ction pour construire les fortifications pratiquées aux pays bas. || A PARIS, || Imprimé par FLEVRY BOVRRIQVANT, ayant sa boutique || en l'Isle du Palais aux fleurs Royalles. || M. DC. XXIII. || AVEC PRIVILEGES. || in 8°.

MEMOIRES || MATHEMATIQUES || RECVEILLIS ET DRESSEZ || EN FAVEVR DE LA NOBLESSE || FRANÇOISE. || Par D. HENRION, Mathematicien. SECOND VOLVME, || Auquel est traitté || *Des Fractions Astronomiques; de la doctrine des Triangles Spheriques, &* || *de leur practique en la solution de diuers Problemes Astronomiques,* || *& Geographiques; des Logarithmes & de la Construction d'vne* || *nouuelle Regle proportionelle, auec l'vsage d'icelle.* || A PARIS, || Pour L'AVTHEVR, demeurant en l'Isle du Palais, à l'Image || Sainct Michel. || Et se vend || Chez SAMVEL THIBOVST, au Palais, en la Gallerie || des Prisonniers. M.DC. XXVII. || AVEC PRIVILEGE DV ROY. || in 8°.

4)*a EERSTE DEEL || VANDE NIEVWE || TELKONST, || INHOVDENDE VERSCHEYDE || MANIEREN VAN REKENEN, WAER || door seer licht konnen volbracht worden de Geo- || metrische ende Arithmetische questien. || Eerst ghevonden van JOANNE NEPERO, Heer || van Merchistoun, ende uyt het Latyn overgheset door || ADRIANVM VLACK. || *Waer achter bygevoeght zijn eenige seer lichte manieren van Rekenen* || *tot den Coophandel dienstigh, leerende alle ghemeene Rekeninghen* || *sonder ghebrokens af veerdighen. Mitsgaders Nieuwe Tafels* || *van Interesten, noyt voor desen int licht ghegeven.* || Door EZECHIEL DE DECKER, Rekenmr- || Landmeter, ende Liefhebber der Mathematische || kunst, residerende ter Goude. || *Noch is hier achter byghevoeght de* Thiende *van* || Symon Stevin *van Brugghe.* || TER GOVDE, || By *Pieter Rammaseyn*, Boeckverkooper inde corte || Groenendal, int Vergult ABC. 1626. || *Met Previlegie voor thien Jaren.* || in 4°.

XII bladz. (zonder signatuur of pagineering) bevatten: Titel, en in verso de privilege; de „TOEEYGHEN-BRIEF" aan de staten en

---

*a*) Dit sterretje geeft aan, dat het boek in mijn bezit is.

stadsregeering (2 blz.); de „Voor-reden tot den Goetwilligen || ende Konstlievenden Leser" (3 blz.); drie latijnsche verzen ter eere van Neper, door Patricius Sandaeus en Andreas Junius (1 blz.); het „Register van alle de Hooftstucken, || ende Gebruycken deses gantschen Boeckx" (3 blz.) en „De Druck-fauten." (1 blz.)

A—Rr (blz. 1—308) bevat de twee boeken der Rhabdologia (blz. 1—40, 41—87) en het Aenhanghsel (blz. 89—111): de Arithmetica localis (blz. 113—148), alles van Neper. Dan „EZECHIEL DE DECKER, VAN COOPMANS || REKENINGHEN", (blz. 149—308), waarin vele tafels over alliage, maten, wissel en rabat.

a—q (zonder pagineering) geven „JAER ende MAENT-TAFELS teghen den Penningh 20, 16⅔, 14⅔, 12½, 13, 14, 15, 16 int Jaer op winst en op verlies."

A—D (bladz. 1—27) hebben den bijzonderen titel

DE || THIENDE. || LEERENDE DOOR || onghehoorde lichtigheyt alle re- || keninghen onder den Menschen noodigh val- || lende, afveerdighen door heele ghetal- || len, sonder ghebrokenen. || Door SIMON STEVIN || van Brugghe. || TER GOVDE, || By Pieter Rammaseyn, Boeck- || vercooper, inde Corte Groenendal, int Duyts || Vergult ABC. || M.DC.XXVI.

Dit is een nadruk van hetzelfde boekje van 1585, die somtijds afzonderlijk voorkomt: ik bezit zulk een druk van 1626.

Stevin belooft daarin aan de nakomelingen het decimale muntstelsel.

*) Dit werk van J. Neper werd het eerst uitgegeven te Edinburgh in 8°. in 1614. De tweede uitgave verscheen aldaar in 1619, na den dood van Neper, door de bemoeijingen van zijn zoon R. Neper, die toen tevens uitgaf de „Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio." Van beide werken verscheen in 1620 een druk te Lyon, die ik hier voor mij heb uit de bibliotheek der Utrechtsche Hoogeschool (Math. et Astr. 8°. N. 141).

De titels luiden aldus.

LOGARITHMORVM || CANONIS DESCRIPTIO || SEV || ARITHMETICARVM SVPPVTATIONVM || MIRABILIS ABBREVIATIO. || *Eiusque vsus in vtraque* Trigonometria *vt etiam in omni* || Logistica Mathematica, *amplissimi, facillimi & || expeditissimi explicatio.* || Authore ac Inuentore JOANNE NEPERO, || Barone Merchistonij, & Scoto. || LVGDVNI, || APVD BARTH. VINCENTIVM. || M.DC.XX. || *Cum Priuilegio Caesar. Majest. & Christ. Galliarum Regis.* in 8°.

A—H, 8 bladz (zonder pagineering), blz. 1—56.

De eerste 8 bladz. bevatten den titel, de opdracht „Illustrissimo, & optimae spei, || PRINCIPI CAROLO || POTENTISSIMI, ET INVICTISSIMI, || JACOBI D. G. || MAGNAE BRITANNIAE, || ET HIBERNIAE REGIS, || Filio

vnico, VValliae Principi, Duci Eboraci, || & Rothesaiae, magno Scotiae Senescallo, ac || Insularum Domino, &c." || (2 bladz.); de voorrede „In Mirificum Logarithmorvm || *Canonem*" (1 bladz.), een vers van Patricius Sandaeus en drie verzen van Andreas Junius, Philosophiae Professor in Academia Edimburgena, waarvan het eerste eindigt met de woordspeling.

Nomine sic Nepar, Parili sit & omine Non Par,
Quum non hac habeat Nepar in arte Parem.

en een vers van een ongenoemden (te zamen drie bladzijden).

Daarop volgt blz. 1—20 het Liber Primvs over de logarithmen zelve, en blz. 11—56 het Liber secvndvs over de toepassing bij de driehoekmeting, vlakke zoowel als bolvormige.

A—M, 90 bladz. (zonder pagineering) met den titel.

Seqvitvr || Tabvla || Canonis Loga- || rithmorvm seu || Arithmeticarvm || svppvtationvm. || *S'ensuit* l'Indice du Canon des Logarithmes. || a scavoir, || La Table de l'admirable inuention pour || promptement & facilement *Abreger les sup-* || *putations, d'Arithmetique* || auec son vsage, en l'v- || ne & l'autre *Trigonometrie*, & aussi en toute || *Logistique Mathematique*. || Lvgdvni, || Apud Barthol. Vincentivm. || Cum privilegio Caesarco & Galliarum Regis.

Deze tafels zijn met zeven mantissen, en gelden voor geheele minuten. De hoofden bij iedere bladzijde zijn

*mi. Sinus. Logarithmi. Differentiae. Logarithmi. Sinus. mi.*

zoodat hier de eerste kolommen voor de sinus, de laatste voor de cosinus gelden.

Boven de kolom der verschillen staat het teeken † | —, om aan te duiden, dat de differentiën rechts positief, links negatief zijn.

Op de laatste bladzijde komt voor het „Extraict du Priuilege du Roy" voor negen jaren. Op het einde staat

„Acheué d'Imprimer le premier Octobre, || mil six cents dixneuf."

Het tweede boekje heeft tot titel

Mirifici || Logarithmorvm || Canonis Con- || strvctio; || et eorvm ad natvrales || ipsorum numeros habitudines; || vna cvm appendice, de alia || *eâque praestantiore Logarithmorum specie condenda.* || Quibus accessere Propositiones ad triangula sphae- || rica faciliore calculo resoluenda: || *Vnà cum Annotationibus aliquot doctissimi* d. henrici || briggii *in eas, & memoratam appendicem.* || Authore & Inuentore joanne nepero, Barone || merchistonii, &c. Scoto. || Lvgdvni, || Apud Bartholonaeum Vincentium, || sub Signo Victoriae, || M.DC.XX. || *Cum priuilegio Caesar. Maiest. & Christ. Galliarum Regis.* || in 8°.

A—H. (blz. 3—62, met blz. 1, 2, 63 zonder pagineering).

Dit werk is een opus posthumum, zooals blijkt uit de voorrede

„ ROBERTVS NEPERVS || AVCTORIS FILIVS LECTORI || MATHESEOS STVDIOSO. || S. || (blz. 3, 4). Het bevat onderscheidene stukken.

Blz. 5—35. MIRIFICI LOGA- || RITHMORVM CANONIS || CONSTRVCTIO. (QVI ET TA- || BULA ARTIFICIALIS AB AVTHORE || deinceps appellatur) eorumque ad naturales ipso- || rum numeros habitudines.

Blz. 36—41. APPENDIX || DE ALIA EAQVE || PRAESTANTIORE LOGA- || RITHMORVM *specie construenda;* || *in qua* scilicet, vnitatis Lo- || garithmus est 0.

Blz. 42—49. LVCVBRATIONES || ALIQVOT || DOCTISSIMI || D. HENRICI BRIGGII || In APPENDICEM praemissam. ||

Blz. 50—57. PROPOSITIONES || QUAEDAM EMINEN- || TISSIMAE AD TRIANGVLA || Sphaerica, mirâ *facilitate resoluenda.*

Blz. 58—62. ANNOTATIONES || ALIQVOT || DOCTISSIMI D. || HENRICI BRIGGII || IN PROPOSITIONES PRAEMISSAS.

De 63ste bladz. bevat het „*Extraict du Priuilege du Roy*" voor negen jaren. Dit eindigt met de woorden

„*Mirifici Logarithmorum*, Acheué d'imprimer || le 31. Mars 1620."

Later kwam mij de oorspronkelijke uitgaaf in handen, met den titel

MIRIFICI || Logarithmorum || *Canonis descriptio* || Ejusque usus, in vtraque || *Trigonometria; ut etiam in* || omni Logistica Mathematica, || *Amplissimi, Facillimi, &* || *expeditissimi explicatio.* || Authore ac Inventore, || JOANNE NEPERO, || Barone Merchistonii, || &c. *Scoto.* || EDINBURGI, || Ex Officinâ ANDREAE HART, || *Bibliopolae*, CIↃ.DC.XIV.

In het voorwerk komt ééne bladzijde meer voor, dus bladz. 57, die in verso het eerste blad van de tafel bevat; zoodat de tweede boven vermelde titel hier niet voorkomt. Die tafels hebben tot signatuur a—m. De laatste bladzijde is wit.

*) RABDOLOGIAE, || SEV NVMERATIONIS || PER VIRGVLAS || LIBRI DVO: || Cum APPENDICE de expeditis- || simo MVLTIPLICATIONIS || PROMPTVARIO. || Quibus accessit & ARITHMETICAE || LOCALIS LIBER VNVS. || *Authore & Inventore.* JOANNE || NEPERO, *Barone* MER- || CHISTONII, &c || SCOTO. || EDINBVRGI, || Excudebat *Andreas Hart*, 1617. || in 12°.

12 bladz. (zonder pagineering) bevatten, na den titel, de opdracht „EPIST. DEDICAT. *Illustrissimo Viro* || ALEXANDRO SETONIO || FERMELINODUNI || COMITI, FYNAEI, & VR- || QUHARTI DOMINO, &c || Supremo REGNI || *Scotiae Cancel-* || *lario.* || S. || (5 bladz.); dan één bladzijde met twee verzen van Patricius Sandeus, en een vers van Andreas Junius; vervolgens vier bladz. „ELENCHUS CAPITVM, || ET VSVVM TOTIVS || OPERIS." ||

A—g (blz. 1—154) bevatten

Bladz. 1—42. RABDOLOGIAE || LIBER PRIMUS || De usu VIRGVLARVM || numeratricium in genere (Cap. I—IX).

Bladz. 43—90. RABDOLOGIAE || LIBER SECUNDUS || De usu Virgularum Numeratri- || cium in Geometricis & Mecha- || *nicis officio Tabularum* (Cap. I—VIII).

Bladz. 91—112. DE EXPEDITISSIMO MULTIPLICATIO- || NIS PROMPTVA- || RIO APPENDIX (Cap. I—IV).

Blz. 113—154. ARITHMETICAE || LOCALIS || quae in SCACCHIAE || abaco exercetur. || LIBER UNUS. || (Cap. I—XI).

[7]) ARITHMETICA || LOGARITHMICA || SIVE || LOGARITHMORUM || CHILIADES TRIGINTA, PRO || numeris naturali serie crescentibus ab vnitate ad || 20.000; et a 90.000 ad 100.000. Quorum ope multa || perficiuntur Arithmetica problemata || et Geometrica. || HOS NUMEROS PRIMUS || INVENIT CLARISSIMUS VIR JOHANNES || NEPERUS Baro Merchistonij: eos autem ex eiusdem sententia || mutavit, eorumque ortum et usum illustravit HENRICUS BRIGGIUS, || in celeberrima Academia Oxoniensi Geometriae || professor SAVILIANUS. || DEUS NOBIS VSVRAM VITAE DEDIT || ET INGENII, TANQUAM PECVNIAE, || NVLLA PRAESTITVTA DIE. || LONDINI, || Excudebat GUILIELMUS || JONES. 1624. || in folio.

A (8 bladz., zonder pagineering) bevat titel, opdracht aan Carolus Princeps Walliae (twee bladz.) Lectori S. (twee bladz.) Errata Typographica (één bladz.)

b—m (bladz. 1—88) de 32 hoofdstukken, de tekst.

A—Oooo en een blad zonder signatuur (300 bladzijden zonder pagineering) de tafels, die geen afzonderlijken titel hebben.

[8]) CANON || TRIANGVLORVM, || or Tables of || *Artificiall* SINES and TANGENTS, || to a *Radius* of 10000.0000 parts, || and each minute of the Quadrant. || By EDM. GVNTER, Professor of Astronomie || *in Gresham College*. || vignette, eene meetkundige figuur, een bolvormige driehoek. || LONDON, || Printed by WILLIAM IONES. || and are so be sold by *Edmund Weaner*. || 1623. || in 4°.

A—O (112 bladz. zonder pagineering).

In verso van den titel staat de opdracht (1 bladz.).

„HONORATISSIMO || DOMINO *Dr* JOHANNI || COMITI de BRIDGEWATER, || VICE COMITI de BRACKLEY, || BARONI de ELLESMERE, || Hunc suum Canonem || Triangulorum D.D.D. || EDM. GVNTER.

Dan volgt *The description of the Canon* (1 bladz.). Hij zegt

„This *Canon* hath six columnes. The first is of degrees and minutes.... the other foure containe the *Sines* and *Tangents*, ... after the maner of other *Canons*. The difference is in the nūbers. For these *Sines* are not such as halfe the chords of the double arke, nor these *Tangents* perpendiculars at the end of the Diameter: but other numbers substituted in their place, for attaining the same end, ... ... ..."

De logarithmen hebben zeven mantissen.

In verso van de 95e bladz., (M 3) waar de tafel eindigt, volgt „The vse of the Canon", die eindigt met de woorden

„If any desire the like for right-lined Triangles, he may adioyne the *Logarithmes* of my old Collegue & worthy friend M. *Henrie Briggs*. For both proceed from the same ground, and so require the same maner of worke; as I often shew in my publique Lectures at *Gresham* college: where I rest

*Friend to all that are studious of Mathematicall practise.*

E. G.

FINIS."

Na een wit blad volgt nu vel N en O; de eerste bladzijde heeft tot opschrift

„The first Thousand Logarithmes || now againe set foorth by the Author || *Henrie Briggs* Professor of Geometrie in the Vni- || versitie of Oxford, who vndertooke this worke at the || entreatie, and with the approbation of the first In- || venter of Logarithmes, worthy of all honor, || *John Nepeir* Baron of *Merchiston*.

Op ieder bladzijde komen in twee kolommen 67 logarithmen voor met 8 mantissen.

[9]) NIEVWE || TELKONST, || INHOVDENDE DE || LOGARITHMI VOOR DE GHE- || tallen beginnende van 1 tot 10000, ghemaeckt || van HENRICO BRIGGIO Professor || van de Geometrie tot Oxfort. || MITSGADERS || *De Tafel van Hoeckmaten ende Raecklijnen door* || *het ghebruyck van Logarithmi, de Wortel zijnde van* || 10 : 0,0000 *deelen, gemaeckt van* Edmund. Gun- || tero, *Professor vande Astronomie tot Londen,* || Welcke ghetallen eerst ghevonden zijn van || JOANNE NEPERO Heer van Merchistoun. || *Ende 't gebruyc daer van is met eenige Arithmeti-* || *sche, Geometrische ende Spherische Exempelen* || *cortelick aanghewesen,* || Door *Ezechiel de Decker*, Rekenmeester, ende || Lantmeter residerende ter Gouda. || TER GOVDE, || By *Pieter Rammaseyn*, Boeck verkooper inde || corte Groenendal, int Vergult ABC. 1626. || *Met Previlegie voor thien Jaren.* || in 8°.

VIII bladz. (zonder signatuur of pagineering) A—D (blz. 1—51), A—L (168 bladz. zonder pagineering), A F (90 bladz. zonder pagineering).

[10])* IETS OVER || LOGARITHMENTAFELS; || DOOR || D. BIERENS DE HAAN. = Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Afdeeling Natuurkunde, Dl. XIV, blz. 1.

Daaraan zijn toegevoegd:

Bijlage I. Titels van en opmerkingen omtrent eenige Logarithmentafels in mijn bezit.

Bijlage II. Ontwerp eener naamlijst van Logarithmentafels, met de opgave van den tijd wanneer, en de plaats waar zij zijn uitgegeven.

„ III. Lijst van Verhandelingen over de zamenstelling en het gebruik van Logarithmentafels.

[11])* NOTICE RESPECTING SOME NEW FACTS || IN THE || EARLY HISTORY OF LOGARITHMIC TABLES. || BY || J. W. L. GLAISHER, B. A., F R. A. S. || FELLOW OF TRINITY COLLEGE, CAMBRIDGE.

= Philosophical Magazine. October 1872, p. 291—303.

[12])* HISTOIRE || DES || MATHÉMATIQUES. etc. NOUVELLE EDITION, etc PAR J. F. MONTUCLA, etc. TOME SECOND. A PARIS. etc. AN VII. bladz. 27, regel 27.

[13])* BIJDRAGEN || TOT DE || GESCHIEDENIS || DER || WISKUNDIGE WETENSCHAPPEN || IN DE || NEDERLANDEN, || IN DE ZESTIENDE EN ZEVENTIENDE EEUWEN, || DOOR DEN HOOGLEERAAR MOLL. ||

A—B. blz. 1—32. 8°.

Idem „IN DE ACHTTIENDE EEUW.

C—D. blz. 33—56. 8°.

Een belangrijk werk, dat niet in den handel schijnt geweest te zijn en zeer zelden voorkomt. Moll zegt bladz. 22,

„Het schijnt dus, dat Montucla hem (Vlack) verkeerdelijk een Boekverkooper noemt."

[14]) J. W. L. GLAISHER, NOTICE &c. Phil. Mag. Oct. 1872.

[15])* PRACTIJCK || Vande Groote || ZEE-VAERT, || beschreven door || Ezechiel *de* Decker, *Reken-mr.* || *ende Lant-meter, residerende* || *tot* Rotterdam. || TER GOVDE. || Bij Pieter Rammazeyn, 1631. || klein 8°.

Deze titel staat op een schild, omringd van vijf mannen, die allen aan zeevaartkundige werkzaamheden bezig zijn.

Het geheel is eene fraaije houtsnede.

A—D (62 bladz. zonder pagineering) bevatten: titel, opdracht, geteekend „in Rotterdam, den 1 Mey. 1631" (4 bladz.). Voorrede (2 blz.) „VERKLARINGHEN || vande || TAFELS SINVVM, TAN- || GENTIVM ende SECANTIVM, || *Mitsgaders hoemen die sal gebruycken*" (12 blz.) „HANDELINGH || VANDE || PLATTE DRIEHOECKEN" (15 blz.) „HANDELINGH || VANDE || SPHERISCHE DRYEHOECKEN" (29 bladz.) en den titel der volgende tafels.

CANONES || SINVVM, || TANGENTIVM, || ET || SECANTIVM, || Ofte || Tafels van Hoeck-maten, || Hoeck-lijnen/ ende Snij-lijnen/ || den Radius zijnde 100000.

A—F (91 bladz. zonder pagineering)

Op de verso der laatste bladzijde „VERKLARINGHE vande || LOGARITHMI": Daarin verwijst hij naar de logarithmen „welcke staen in onse *Nieuwe Telkonst* in 8. voor desen wtghegheven."

G—Dd (blz. 1—326 en 6 bladz. zonder pagineering), die bevatten eene inleiding, de negen Hooftstucken en een Byhanghsel. De 6 laatste bladzijden geven het Register.

[16]) PRACTIJCK || Vande Groote || ZEE-VAERT, || *Beschreven door* EZECHIEL *de* DECKER, *Reken-meester ende* || *Landt-meter, residerende tot* Rotterdam. || Ende nu op nieuws verrycht met twee Aenhange. || 't Eerste Aenhangh bestaet in 't *Onvermogen der Gelijck-gradige Paskaert,* || ende verscheyden *Hemel-klootsche Rekeninge,* aen-wijsende 't verschil || der *Polus* hoochte, tegens *Jan Janssz. Stampioen* ende andere Exem- || pele. alles in *Wis-konstige Aenteyckeninge* vande *Groote Zee-vaert.* || Beschreven door GERARD MICK, gesworen Landt-meter, residerende tot Gende. || 't Weede (sic) Aenhangh genaemt *Practyck der Stierluyden* bestaende || in de *Kromstreecks-reeckeninge,* ende eenige *Astronomische* || *Werck-stucken,* aen-gaende de *Groote Zee-vaert.* || Beschreven door ADRIAAN JACOBSZ. KOPS, in sijn leven residerende tot Delfs-haven. || TOT ROTTERDAM. || Gedruckt by *Bastiaen Wagens,* Boeckverkooper op || 't Steyger in Josephus, Anno. 1659. in 4°.

IV bladz. zonder signatuur of pagineering;

A—R (blz. 1—133 en 3 bladz. zonder pagineering).

Het eerste supplement met afzonderlijken titel bevat A—E (bladz. 1—38).

Het tweede supplement met afzonderlijken titel bevat A—D (bladz. 1—31).

Alle bladzijden zijn in twee verticale kolommen verdeeld, met tusschengevoegde meetkundige figuren.

[17])* SOLVTIE || Op alle de || QUAESTIEN, || Openbaer aengeslegen ende voor-gestelt || Door EZECHIEL DE DECKER. || Ghesolveert ende ontbonden || Door J. J. STAMPIOEN *d'Jonghe,* Professie, jeghenwoor- || digh doende in de Mathematische (ende dies aenpalende) || Konsten tot ROTTERDAM. || Waer by-ghevoeght zijn d'ontbindinghe der twee Vraeghstucken, In 't Jaer 1632. || door den selfden J. J. St: d'Jonge, Openbaer voor-ghestelt: Mitsgaders oock een volkomen ende || lichter Solutie op Mr. Sybrandts Konstighe (soo hy die noemt) ghesolveerde Quaestie. || Met noch eenighe Geometrische Subtijlheden allen Lieffhebbers || der WIS-KONST toe-gheeyghent. || *Audi Consilium & addisce* Mathematicas *ut sis sapiens in* || *nouissimis tuis.* 19. Prov: Rab: Sal: || (vignette: een meetkundige figuur, een veelhoek, die op de 12de bladzijde voorkomt) || TOT ROTTERDAM, || Op de Weduwe van Matthys Bastiaensz. Boeckverkoo- || per op 't Steygher, || in Josephus Anno 1634. || 4°.

A—B (16 bladz. zonder pagineering).

C—D (10 bladz. zonder pagineering) met den titel

RESOLVTIE || ENDE || ONTBINDINGHE || Der twee || VRAEGH-STVCKEN, || In den Jare 1632. || *Door* J. J. STAMPIOEN d'Jonghe, *Allen oprechte Lieff-* || *hebbers der* WIS-KONST *voor-ghestelt* || ALDUS: || Ghesolveert ende ontbonden door den selfden Autheur. || (vignette: eene meetkundige figuur, een parellelogipedum, voorkomende op de 30ste bladzijde). TOT ROTTERDAM, || Bij de Weduwe van Matthijs Bastiaensz. Boeck-verkoo- || per op 't Steygher/ in Josephus/ Anno 1634.

D (5 bladz. zonder pagineering) met het opschrift:
DE || SLOT-QVAESTIE || VAN || MR. SYBRANDT HANSZENS, || die hij stelt achter sijne 100 (met hare || Solutie) Quaestien. || *Aldus: door den selfden* MR. SYBRANDT, *voor-* || *ghestelt ende ghesolveert.* || MR. S: HANSZEN. || *Volght noch een Arithmetische Quaestie, om dese hier mede* || *te besluyten, die ick seer konstelijck sonder Cossische getalen make.*

D, E, F (11 bladz. zonder pagineering) met het opschrift:
Alhier zijn noch bij-ghevoeght || EENIGHE SOO || ARITHMETISCHE || ALS || GEOMETRISCHE || Subtijlheden || Allen Lieff-hebberen der WIS-KONST, Anno 1634. || *Door* J. J. STAMPIOEN *d'Jonghe,* || *voor ghestelt.* || Midts: Daer by voeghende bequame middelen, ende toe- || gangen, soo om d'selfde te Ontbinden: Als oock een vriendt- || lycke Nooding, aen den ghenen: Die begeerigh zijn yet-wes || daer van (ofte eenigh ander de WIS-KONST aen- || palende) te willen Ondersoecken.

F (2 bladz. zonder pagineering) met het opschrift
'Tot Beslùyt ende vervullingh, is hier by-gevoeght || des Autheurs toe-eygening, aen alle Weet-gierige, der || *Wis-konst.* In 't Jaer 1634. met d'voorgaende Subtijl- || heden gheopenbaert.

# BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

## WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

**D. BIERENS DE HAAN.**

### II. Meindert Semeyns.

1. MEINDERT SEMEYNS was een liefhebber-natuurkundige, die in de tweede helft der vorige eeuw van zich heeft doen spreken, maar die sedert geheel vergeten was. Twee bundels van zijne geschriften vielen mij in handen, kort op elkander; en dit gaf aanleiding tot een opstel in de „Bulletino van den Prins BALTHASAR BONCOMPAGNI" [1]). Deze liet daarop een onderzoek [2]) volgen naar de bibliotheken, waar zich deze geschriften nog bevonden; en daaruit bleek, dat mijne verzameling nog meer bevatte dan men aldaar had opgespoord Ik wil hier de uitkomsten van dit onderzoek mededeelen.

MEINDERT SEMEYNS behoorde tot een Enkhuizer geslacht, dat in den tachtigjarigen oorlog bijzondere diensten aan het vaderland had bewezen, door prins WILLEM I met geld te ondersteunen. Daarvoor ontvingen de Semeynsen in 1577 eene Acte van preferentie [3]), die in latere tijden herhaaldelijk werd bevestigd, en die hun de preferentie verleende bij elk openbaar ambt, dat „zij, bekwaam wezende, mogen begeeren." Dit geslacht had toen en later herhaaldelijk zitting in de Stadsregeering. Onze. MEINDERT SEMEYNS was een kleinzoon van zijn naamgenoot, die in genoemde Acte voorkomt; hij werd geboren in 1695 uit SIMON SEMEYNS en SIMONTJE SEMEYNS te

Enkhuizen en overleed aldaar den 10den April 1775, alzoo op bijna 80-jarigen leeftijd. Hij huwde den 16den April 1729 met ANNA PALESTEYN. en kreeg uit dit huwelijk drie dochters: CLAASJEN, geboren den 6den November 1731, AALTJEN, den 27sten Februari 1734 en SIMONTJEN, geboren den 26sten Juli 1736.

De ouders van MEINDERT SEMEYNS waren onbemiddeld; na dus het aanvankelijk onderwijs in lezen, schrijven en rekenen benevens wat stuurmanskunst geleerd te hebben, voer hij reeds in 1715 als stuurman naar de Oost-Indiën, vanwaar hij in 1718 terugkeerde; hij deed toen zijn examen bij de Amsterdamsche kamer der Oost-Indische Compagnie, voor den toenmaligen Examinateur der Oost-Indische stuurlieden, MATTHEUS SOETEN, den schrijver van de „Algemeene Manier tot het maaken van Sonnewysers" [4]) en van eene „Medulla Algebrae of het Merg der Stel-konst," handelende over analytische meetkunde [5]).

In 1720 voer hij als onderstuurman voor die Amsterdamsche kamer op het schip „Ouwerkerk" naar Oost-Indië. Reeds in dien tijd en vroeger had hij zijne liefhebberij gesteld in het navorschen der magnetische werking omtrent de miswijzing van het kompas; dit was de reden dat de voornoemde M. SOETEN hem een handschrift met magnetische waarnemingen voor zijn vertrek ter hand stelde. Hij deed daarna onderscheidene reizen naar den Oost-Indischen Archipel en ook naar Japan, en deed en verzamelde toen een groot aantal verschillende waarnemingen. Later keerde hij in zijne vaderstad terug, werd daar in 1733 en in 1740 Schepen der stad Enkhuizen, en wijdde zich aldaar aan zijne lievelingsstudie. Deze heeft hem echter niet, zooals hij hoopte, veel roem en voordeel, maar daarentegen veel teleurstelling aangebracht.

2. SEMEYNS had voor zich zelven eene onderstelling van HALLEY omtrent het aardmagnetisme uitgewerkt tot een systema, zoo als hij dat noemde; maakte dit persoonlijk bekend aan prins WILLEM den vierden; en diende in 1756 eene Memorie in bij Hun Edel Grootmogenden. Deze stelden dit stuk in handen van de Heeren van Delft, Hun Edel Mogenden, de Heeren Gecommitteerden van Hun Edel Grootmogenden tot de

nieuwe Inventiën, onder den voorzitter VAN BLEYSWIJK. Deze wederom benoemden den Leidschen Hoogleeraar JOHAN LULOFS tot Examinator, wien deze betrekking veel arbeid en moeite heeft gekost. En zoo begon een twistgeschrijf, dat tot 1763 duurde, en later door SEMEYNS alleen tot 1773 werd voortgezet: eene twist, die met de twistgeschriften zelve, thans reeds geheel in het vergeetboek was geraakt.

LULOFS gaf reeds den 29sten December 1756 de „Aanmerkingen" en op den 15den Juli 1757 zijn „Nadere Considerati ën" over de verhandeling van SEMEYNS. Deze, die zeker reeds begon te bemerken, dat LULOFS niet gunstig voor zijne uitvinding gestemd was, zond zijn stuk aan de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, in September 1757, om „zijne uitvindinge voor dat Illuster Genootschap ter Examen te stellen." De aanleiding tot deze aanvraag is de volgende. Nadat SEMEYNS in 1748 te Haarlem een stukje had uitgegeven wegens een buitengewonen orkaan op 11 en 12 December 1747 [6]), nam de voornoemde Maatschappij in hare werken drie verhandelingen van hem op. In het tweede deel (van 1755) een Berigt over Land- en Zeewinden [7]) en eene Waarneming over de Dampheffing [8]); en in het derde deel (van 1757) eene Verhandeling over de Passaatwinden [9]). Maar deze poging gelukte hem niet. Bij missieve toch van den 12den September 1757 verontschuldigde de Secretaris, C. C. H. VAN DER AA zich, onder terugzending van het stuk, met de meening, dat het der Maatschappij niet voegen zoude, dit onderzoek op zich te nemen, nu het in handen van Hunne Ed. Gr. Mogende was.

Den 8sten Juli 1758 gaf LULOFS „Nieuwe Considerati ën" en den 30sten Aug. 1759 zijn „Rapport van een nader onderzoek" waarop SEMEYNS in September 1759 een „Nadere Herzieninge" inzond, die den 22sten October van dat jaar door LULOFS werd beantwoord in zijne „Aanmerkingen op de Nadere Herzieninge."

Dat intusschen SEMEYNS den moed niet opgaf, blijkt daaruit, dat hij, na onderscheidene aankondigingen in de nieuwsbladen, in 1760 zijn eerste geschrift „Kortbondige Redeneering" [10]) opgedragen „AAN ‖ ZIJNE DOORLUGTIGSTE HOOGHEID ‖ DEN HEERE ‖

WILLEM DE VIJFDE, ‖ PRINCE VAN ORANJE EN NASSAU, ‖ ERFSTADHOUDER DER VEREENIGDE ‖ NEDERLANDEN, &c. &c. &c." in het licht gaf. Van dezen arbeid verscheen in 1764 [11]) eene hoogduitsche vertaling.

Den 1sten Augustus 1761 ontving SEMEYNS ten zijnen huize een bezoek van Prof. LULOFS, eenige Commissarissen te dezer zake, en eenige leden der Staten. Dit bezoek is hem een doorn in het oog geweest en gebleven. In plaats dat hij in de gelegenheid werd gesteld, om zijne instrumenten, zijne in elkander besloten bollen, zijne nederhangende naalden te vertoonen, waaraan zijne bezoekers minder waarde hechtten, dan hij dit zelf deed, — was het doel dezer bijeenkomst om hem voor de vuist eenige vraagstukken te doen oplossen. De oude man geraakte bedremmeld en verlegen, verwarde oost en west, rekende ruim twee uren over een enkel eenvoudig vraagstuk, en beging ten slotte nog een fout van zes graden. De overige dertien vragen werden hem toen achtergelaten; hij werkte daaraan dag en nacht; maar ook deze arbeid kon de goedkeuring van zijnen Examinator niet wegdragen. Reeds den 22sten Augustus 1761 gaf LULOFS een „Onderzoek van SEMEYN's laatste antwoorden" en daarop den 9den November de „Memorie van Consideratiën over het Project". Hierop schreef SEMEYNS den 26sten November een „brief" aan Hunne Edel Mogenden: maar ook daarop antwoordde LULOFS den 6den December met zijn „Aanmerkingen op een Brief aan Hunne Edel Mogenden".

Nu gaf SEMEYNS in het volgende jaar 1762 zijn tweede geschrift „Kortbondige Demonstratie" [12]) in het licht, waarin hij onder anderen de kritiek van Mr. LUZAC [13]) in de Nederlandsche Lettercourant bespreekt. In het „NABERIGT" blz. 57—85 geeft hij, onder bittere klachten, bericht van hetgeen er in deze zaak was voorgevallen; blz. 86—90 geeft hij een vraagstuk ter oplossing op, en laat daarna de Acte van preferentie volgen, waarvan boven in § 1 sprake was.

Daarop schreef hij in Augustus van dat jaar 1762 een brief aan den Edel Mogenden Heer VAN BLEYSWIJK, lid van de reeds vroeger genoemde Commissie over de Inventie, en den 13den November aan Prof. J. LULOFS, die dezen brief den 12den December beantwoordde; waarop SEMEYNS den 24sten December

een zeer uitvoerigen brief aan LULOFS schreef. Deze zond daarop den 3den Januari 1763, als eindadvies zijne „Consideratie over het Project van den Wel Edelen Gestrengen Heer M. SEMEYNS" aan de Staten. Hierop schreef SEMEYNS den 15den Januari aan den Heer VAN BLEYSWIJK en den 31sten Januari aan Professor LULOFS, die hem den 4den Februari zeer kort antwoordde. Nog gaf SEMEYNS den moed niet op, maar schreef den 8sten Februari en den 4den April aan LULOFS, die daarop den 5den April een brief aan SEMEYNS zond. Deze waagde nog een laatste poging door den 22sten April van datzelfde jaar 1763 aan LULOFS te schrijven: doch hij bleef hiermede slechts het laatst aan het woord.

Men ziet, dat aan Prof. LULOFS de post van Examinator in zake het Project van M. SEMEYNS niet gemakkelijk werd gemaakt; maar het onaangenaamste moest nog komen. Tot nog toe immers was de geheele zaak schriftelijk behandeld, en slechts enkele punten van die briefwisseling waren door SEMEYNS in zijn beide gedrukte stukken opgenomen. Doch nu meende de oude, reeds ziekelijke man, — die van zijn stelsel eene geheele omkeering in de wetenschap en ook aanspraak op persoonlijk voordeel verwachtte, uithoofde van de boven vermelde Acte van preferentie, — dat hij zijne zaak aan het oordeel van het publiek moest onderwerpen. Zijne zinspreuk luidde: „De Waarheid op Taafel."

Hij gaf dus in 1764 zijne „Merkwaardige Verzameling" [14]) uit. Deze bevatte blz. 13—60 een tiental der voormelde brieven en stukken, waarop hij blz. 61—77 eenige „AANMERKINGEN *over de gemelde Briefwisseling*" liet volgen, en verder blz. 78—105 „AANMERKINGEN EN VERANTWOORDING *Jegens het Rapport van den Wel Edelen Hoog Geleerden Heer* J. LULOFS, *gedaan aan Hunne Edel Mogenden; wegens de bevinding van het* Systema *van den Heer* MT. SEMEYNS."

Hierdoor werd de stand en de behandeling van het betwiste onderwerp van geheel anderen aard. De heer LULOFS gaf zijn brief [15]) in druk uit, SEMEYNS beantwoordde dien met een anderen brief [16]) in druk, waarop verder door Professor LULOFS „Korte Aanmerkingen" [17]) werden in het licht gegeven. Deze drie stukken kwamen alle nog in het jaar 1764 van de pers.

Hoewel daardoor zijn project niet gunstiger werd opgenomen, schijnt het toch, dat men medelijden met onzen SEMEYNS heeft gekregen: althans hij verkreeg een jaarlijksch pensioen of toelage van *f* 300, te gelijk „met twee oude Matronen, uit een en het zelve Geslagt afkomstig" ten gevolge van de vermelde Acte van Preferentie.

Al was SEMEYNS dankbaar voor deze toelage, hij was er niet mede voldaan, en bleef ontevreden. In een „Voorberigt of Voorreden" [18]) kondigde hij in 1765 de uitgave aan van zijn „Magnetisch systema" [19]), dat in 1767 uitkwam, en dat, behalve de uiteenzetting van zijn stelsel, ook hier en daar veel herhalingen van de vorige klachten en persoonlijkheden bevatte. In dit werk komen op blz. 213—223 zijne beide tafels voor. Daarop volgt eene „Beëedigde VERKLAARING van JOOST BOK en PIETER MODDERMAN, wegens het nieuw ontdekte Magneetische Systema van M. SEMEYNS" blz. 224—234, een notariëel stuk, door Burgemeesters en Regeerders gecontrasigneerd, waarbij genoemde heeren, beide Leermeesteren in de Zeevaartkunde en Burgers van Enkhuizen, verklaren, dat zij SEMEYNS vijf en twintig voorbeelden hebben zien uitwerken. Eindelijk liet hij op 79-jarigen ouderdom, dus in 1773, zijn „voornaamste verschilpunten" [20]) drukken, om zijn stelsel kort uiteen te zetten. Maar al deze geschriften lokten geene tegenspraak uit: men bekommerde zich niet meer over SEMEYNS of zijn systema.

Deze strijd droeg geheel het eigenaardig karakter van de helft der achttiende eeuw. Lange titels van boeken; lange, maar daarom niet altijd even krachtige redeneeringen, vooral bij SEMEYNS; veel deftige omhaal, en daaronder toch scherpe, zoo al niet grove aanmerkingen: eindelijk een ongepast gebruik van godsdienstige uitboezemingen, en van het aanhalen van bijbelteksten.

3. En nu het systema zelf? Dit was tweeledig.

Het eerste moest dienen, om de afwijzing van het kompas te verklaren, niet alleen, maar ook voor eene gegeven plaats en op een gegeven tijd te berekenen. Hij nam, naar aanleiding van eene onderstelling van HALLEY, twee concentrische bollen binnen de aardoppervlakte aan: en wel zoodanig,

dat de binnenste bol zoowel als het verschil tusschen dezen met den middelsten, en die tusschen den middelsten bol en de geheele aarde in inhoud gelijk waren: dat dientengevolge de stralen dier bollen tot elkander in reden stonden als de derdemachtswortels uit 1, 2 en 3. Op den buitensten bol, de aarde zelve, neemt hij twee vaste polen aan, een Noorder en een Zuider punt, beide op $61\frac{2}{5}°$ breedte (Noorder en Zuider) waarvan het eerste D (zie de bijgevoegde figuur) op 268° en het tweede A op 164° lengte gelegen waren — gerekend van den eersten meridiaan over het eiland Ferro, dus met 256° lengteverschil. De twee inwendige bollen bewegen zich. De middelste bol gaat elk jaar $9\frac{1}{4}'$ terug, zoodat zij juist ééne omwenteling ten achteren is in het tijdsverloop van $2273\frac{3}{4}\frac{3}{5}$ jaren. Ook op dezen bol zijn twee polen, een Noorderpunt F op $70\frac{1}{2}°$ breedte en een Zuiderpunt C op 63° breedte; in 1766 stond F op 107°13′ en C op 284°13′ lengte; zij hadden dus 177° lengteverschil. De binnenste bol heeft ook een teruggaande beweging, grooter dan de vorige, en wel van 20′ per jaar: zoodat hij een omwenteling heeft van 1080 jaren, ten opzichte van de aardoppervlakte. Het Noorderpunt E en het Zuiderpunt B op dien bol liggen beide op 44° breedte (Noorder en Zuider). In het jaar 1766 had E 347° en B 77° lengte: dus met een lengteverschil van 90°.

Door deze voorstelling verkreeg men alzoo twee vaste polen of trekpunten A en D, benevens twee paren bewegende polen C en F, E en B, die steeds dezelfde breedte behielden; maar waarvan overigens elk paar zich ten opzichte van elkander zoowel als ten aanzien van het vaste paar in gestadige beweging bevonden. In zijn eerste tafel (Magnetisch Systema blz. 213—216) berekent hij den stand dier vier laatste polen, wat hunne lengte betreft; een deel dier tafel moge tot voorbeeld dienen.

TAFEL, || Vertoonende den waaren Stand der Trek- || punten op ieder voorgesteld Jaar; den || eersten Meridiaan gerekent van *Ille de* || *Farro*,

| Jaren. | 't Punt B | E | C | F |
|---|---|---|---|---|
| 1580 | 139 : 0 | 49 : 0 | 313 : 40 | 136 : 40 |
| 1600 | 132 : 20 | 42 : 20 | 310 : 30 | 133 : 30 |
| 1620 | 125 : 40 | 35 : 40 | 307 : 20 | 130 : 20 |
| 1640 | 119 : 0 | 29 : 0 | 304 : 10 | 127 : 10 |
| 1660 | 111 : 20 | 21 : 20 | 301 : 0 | 124 : 0 |
| 1680 | 105 : 40 | 15 : 40 | 297 : 50 | 120 : 50 |
| 1681 | 105 : 20 | 15 : 20 | 297 : 40 | 120 : 40 |
| 1682 | 105 : 0 | 15 : 0 | 297 : 31 | 120 : 31 |
| 1683 | 104 : 40 | 14 : 40 | 297 : 21 | 120 : 21 |
| 1684 | 104 : 20 | 14 : 20 | 297 : 12 | 120 : 12 |
| 1685 | 104 : 0 | 14 : 0 | 297 : 2 | 120 : 2 |
| 1686 | 103 : 40 | 13 : 40 | 296 : 53 | 119 : 53 |
| 1687 | 103 : 20 | 13 : 20 | 296 : 43 | 119 : 43 |
| 1688 | 103 : 0 | 13 : 0 | 296 : 34 | 119 : 34 |
| 1726 | 90 : 20 | 0 : 20 | 290 : 33 | 113 : 33 |
| 1727 | 90 : 0 | 360 : 0 | 290 : 23 | 113 : 23 |
| 1728 | 89 : 40 | 359 : 40 | 290 : 14 | 113 : 14 |
| 1765 | 77 : 20 | 347 : 20 | 284 : 22 | 107 : 22 |
| 1766 | 77 : 0 | 347 : 0 | 284 : 13 | 107 : 13 |
| 1767 | 76 : 40 | 346 : 40 | 284 : 3 | 107 : 3 |
| 1796 | 67 : 0 | 337 : 0 | 279 : 28 | 102 : 28 |
| 1799 | 66 : 0 | 336 : 0 | 278 : 59 | 101 : 59 |
| 1802 | 65 : 0 | 335 : 0 | 278 : 31 | 101 : 31 |
| 1805 | 64 : 0 | 334 : 0 | 278 : 2 | 101 : 2 |
| 1808 | 63 : 0 | 333 : 0 | 277 : 34 | 100 : 34 |
| 1811 | 62 : 0 | 332 : 0 | 277 : 5 | 100 : 5 |
| 1814 | 61 : 0 | 331 : 0 | 276 : 37 | 99 : 37 |
| 1817 | 60 : 0 | 330 : 0 | 276 : 8 | 99 : 8 |
| 1820 | 59 : 0 | 329 : 0 | 275 : 40 | 98 : 40 |
| 1850 | 49 : 0 | 319 : 0 | 270 : 55 | 93 : 55 |
| 1880 | 39 : 0 | 309 : 0 | 266 : 10 | 89 : 10 |
| 1910 | 29 : 0 | 299 : 0 | 261 : 25 | 84 : 25 |
| 1940 | 19 : 0 | 289 : 0 | 256 : 40 | 79 : 40 |
| 1970 | 9 : 0 | 279 : 0 | 251 : 55 | 74 : 55 |
| 2000 | 395 : 0 | 269 : 0 | 247 : 10 | 70 : 10 |

Deze polen of trekpunten nu moesten op de kompasnaald werken met krachten, waarvan hij aannam, dat zij afnamen in omgekeerde reden van de vierkanten der afstanden. Deze afstanden nam hij in twee honderdste deelen van den straal des aardbols: en zoo berekende hij in zijn tweede tafel (Magnetisch Systema blz. 217—223) die krachten voor de afstanden 6 tot 200, waarbij de krachten afnamen van 376.4 tot 0. Ziehier een gedeelte van die tafel.

TAFEL, || Vertoonende de kragt der Trekpunten op || ieder Afstand.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 376.4 | 99 | 102.0 | 183 | 2.9 |
| 2 | 375 6 | 2 | 101.6 | 5 | 2.7 |
| 4 | 374.8 | 4 | 101.2 | 184 | 2.6 |
| 6 | 374.0 | 6 | 100.8 | 5 | 2 4 |
| 8 | 373.2 | 8 | 100.4 | 185 | 2.3 |
| 7 | 372.5 | 100 | 100.0 | 186 | 2.0 |
| 2 | 371.7 | 2 | 99.6 | 187 | 1.7 |
| 4 | 370.9 | 4 | 99.2 | 188 | 1.4 |
| 6 | 370.1 | 6 | 98.8 | 189 | 1.2 |
| 8 | 369.3 | 8 | 98.4 | 190 | 1.0 |
| 8 | 368.6 | 101 | 98.0 | 191 | 0.8 |
| 2 | 367.8 | 2 | 97.6 | 192 | 0.6 |
| 4 | 367.1 | 4 | 97.2 | 193 | 0.5 |
| 6 | 366.3 | 6 | 96.8 | 194 | 0.4 |
| 8 | 365.5 | 8 | 96.4 | 195 | 0.3 |
| 9 | 364.8 | 175 | 6.3 | 196 | 0.2 |
| 2 | 364.0 | 2 | 6.2 | 197 | 0.2 |
| 4 | 363.2 | 4 | 6.1 | 198 | 0.1 |
| 6 | 362.5 | 6 | 6.0 | 199 | 0.1 |
| 8 | 361.7 | 8 | 5.9 | 200 | 0.0 |

Om verder de gezamenlijke werking der zes polen voor eene bepaalde plaats op een bepaald tijdstip te verkrijgen, gebruikt SEMEYNS zijn „Manier van generale koppeling". Hij construëerde namelijk, volgens de leerwijze van het parallelogram van krachten, telkens de resultante van de krachten, die in de zes trekpunten werkten, nadat hij die eerst, door middel van zijn beide tafels in grootte en richting had bepaald.

Door de omkeering van dit vraagstuk wilde SEMEYNS verder

de omgekeerde vraag oplossen: gegeven een bepaald tijdstip (en dus daarmede de plaats der trekpunten) benevens de afwijking van de kompasnaald; daaruit de lengte der plaats van waarneming te bepalen. Langs dien weg meende hij de groote vraag van het bepalen der lengte op zee, die toen ook nog heette „het vinden van Oost en West", te hebben opgelost; hij meende derhalve de Engelsche premie van 10.000 p. st., op dit vraagstuk gesteld, te hebben verdiend; terwijl hij het met leede oogen aanzag, dat HARRISON voor zijn uurwerk daarvan reeds de helft had ontvangen.

4. Voorzag SEMEYNS van deze uitvinding het grootste praktische nut voor de zeevaart; door het tweede gedeelte van zijn systema, meende hij, dat de NEWTON'sche theorie voor de sterrekunde moest wegvallen tegen de zijne.

Hier nam hij aan „dat de kortste middellijn van den Aardklootsweg door het Middelpunt gaat, en den Zodiak in twee gelijke deelen doorsnijdt" en „dat het ware Middelpunt van den Zodiaks-kring ook het ware onzigtbare Punt is, het welke de Aardklootsweg mede in twee gelijke deelen doorsnijdt": „dat het middelpunt van den zonneweg, als punt van aantrekking, en het middelpunt van den loopbaan der aarde zamenvallen." Door middel van deze gemakkelijke onderstelling verklaart hij dan verder de precessie, de eb en vloed met al de verschijnselen omtrent de Watergetijen: terwijl hij ook omtrent de Noorder-Lichten en de Aardbevingen eene beter voldoende theorie meende te leveren, dan de bestaande.

5. De bewijzen en bewerkingen van SEMEYNS hebben allen den vorm van meetkundige constructiën; maar zijne tafels, waarop die constructiën steunen, zijn uit vrij onzuivere waarnemingen opgemaakt, en waren in allen gevalle slechts empirische, die voor enkele bepaalde gevallen slechts goede uitkomsten opleverden. Hij nam het echter zoo nauw niet met de nauwkeurigheid van de waarnemingen, waaruit hij tot zijne gevolgtrekkingen besloot; en verlangt dan ook geene nauwkeurig juiste uitkomsten, hetgeen hij ook in de praktijk onnoodig vond. Hij was al zeer spoedig met zijne berekeningen tevreden, ook met de fouten in de uitkomst; deze schreef hij gemakshalve aan de fouten der waarneming toe. Prof LULOFS was van een tegen-

gesteld gevoelen, en meende dat die fouten in de uitkomst juist het fautieve in het systema aantoonden. Het is ligt te begrijpen, dat het dus aan Prof. LULOFS wel moeielijk moest vallen, aan SEMEYNS het onhoudbare zijner theorie te bewijzen: deze toch wenschte niet overtuigd te worden, en verschool zich telkens achter het niet noodzakelijke van zeer nauwkeurige uitkomsten. SEMEYNS verklaarde steeds veel eerbied te hebben voor geleerden, maar meende eigenlijk

Geleerd en Wijs is Een:
Doch kan voor Twee verstrekken:
Men vindt Geleerde Wijs:
Maar ook Geleerde Gekken.

waarvan de door hem bedoelde toepassing niet moeielijk te raden viel.

# AANTEEKENINGEN.

---

[1])* NOTICE || SUR || MEINDERT || SEMEYNS || PAR D. BIERENS DE HAAN.
= BULLETINO || DI || BIBLIOGRAFIA E DI STORIA || DELLE || SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE || &c. T. V. Roma 1873, 10 pag.

[2])* INTORNO ALLA VITA ED AI LAVORI DI MEINDERT SEMEYNS DI B. BONCOMPAGNI.
= BULLETINO || DI || BIBLIOGRAFIA E DI STORIA || DELLE || SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE || &c. T. IV. Roma 1872, 7 pag.

[3]) Copie van de Acte van zijn Excell. Prince Willem de Oude van den 26. Octob. 1577. Inhoudende 't Regt van praeferentie tot allen vacanten Ampten, aan de Semeinen Pieter, Meindert, ende Jacob; mitsgaders, derzelver Descendenten voor eeuwig ende in infinitum gegeven.

Willem van Nassauw, Prince van Orangien, Grave van Nassauw, &c. Ruwert van Brabant, Gouverneur over Hollandt ende Zeelandt, heeft den 26. Octobris 1577. aan Meindert Semeins van Enchuizen, getrouwt aan den Huize van Egmont, ende de oudste zijner Nakomelingen in infinitum gegeven, gelijk hij doet bij desen den Titel van Raadt der Prinsen van Orangien; mitsgaders dat Pieter, Jacob, ende den selven Meindert Semeins en haar Descendenten in infinitum, tot allen tijden, tot allen Ampten, dien zij bequaam wezende mogen begeeren, geprefereert zullen zijn, ende blijven eeuwiglijk, uit saake van de mildadigheden ende groote diensten aan de Nederlanden, ende in 't besonder aan zijn Excellentie gepleeght.

Was onderteekent

Willem van Nassau.

Copie van de Acte, bij de Generale Staten der Nederlanden op den 13 Augustus 1578. aan den zelven Pieter, Meindert, en Jacob, mitsgaders hunne Descendenten voor eeuwig ende altoos gegeven, mede inhoudende, als boven, 't Regt van Preferentie tot allen vacanten

Ampten, en dat voor de eerste erkentenisse van hun-luider groote Diensten, ende groot verschot van penningen den Lande gedaan.

De Prelaten, Edelen, ende Gedeputteerden van den Steden, representerende, de generale Staten van dese Nederlanden, gesien hebbende de bovenstaande minute bij den Heere Prince van Orangien geteekent, ook wel wetende de wondre daden der Semeinen, ende dat sij in de uiterste noden bij deze Landen meer dan veertig duisent Currente guldens sonder eenige tegen-gifte opgeset hebben, hebben aan de Semeinen belooft ende willen bij desen, dat deselve Semeinen met haare respective Descendenten, voor de eerste erkentenisse, altoos ende eeuwighlijk, allen anderen geprefereert zullen zijn in 't eijschen, occuperen ende bedienen van alle sodanige vacante Ampten als zij souden mogen begeeren, ten ware hare Notoire onbequaamheid tot deselve, soude werden aangeweezen. Gedaan ende besloten in de Vergaderinge van de Generale Staaten, den 13 dagh Augusti, 1578.

Onder stondt, bij Ordonnantie van de voorsz. Staten.

Was geteekent

J. Houflin.

Deze stukken zijn opgenomen achter Semeyns „Kortbondige Demonstratie 1762"; zij komen overeen met hetgeen daaromtrent voorkomt bij „SEB. CENTEN, Vervolg der Historie van de zee- en koop-stad Enkhuizen in 4°. Hoorn 1747", blz. 11, 13, waar nog blz. 446, 447 eene Apostille van den 16den Februari 1678 van Prins Willem III wordt aangehaald, die voornoemde Acten bevestigt.

4)* ALGEMEENE MANIER || Tot het maaken van || ZONNE WIJSERS || *Op allerley effen Vlakken.* || Zijnde heel klaar te verstaan, en ligt te doen, voor || alle persoonen die met een Passer gewoon zijn || om te gaan, als Stierluyden, Timmerluyden, || Steenhouwers, en meer andere Bouwen || Handwerkslieden, sonder eenig onder- || wijs of kennisse van de Meet- en || Sterrekonst, dan alleen dit Boekje || van nooden te hebben. || Door || MATTHEUS SOETEN, || *Mr. Wis- en Starrekonstenaar.* || t'Amsterdam; || Bij JOHANNES LOOTS, Boekverkooper in de || Nieuwe Brugsteeg, in de Jonge Lootsman. 1710. in klein 8'.

8 blz. zonder signatuur, die bevatten de opdracht „AAN DE || *Edele Groot Agtbaare Heer,* || DE HEER || DR. DIRK BAS, || *Regeerend Burgermeester en Raad der Stad* || AMSTELYDAM (sic) &c. &c." || (4 bladz.); verder de „VOORREDEN || *aan de Konstbeminnende* || LEESER." (4 bladz.)

A—H (blz. 1—114) het werk

6 bladz. (zonder pagineering) bevatten: „BLADWIJSER || Dezes BOEKS, Vertoonende 't begin der || HOOFDSTUKKEN, || *En hunne Verdelinge met*

*desselfs* || *inhoud*", verder de „DRUKFOUTEN" (15 in getal) en het „*Berigt voor de Boekbinder.*"

Achter aan komen voor 26 uitslaande platen.

5)* MEDULLA ALGEBRAE || Of 't Merg der || STEL-KONST, || DOOR || MATHEUS SOETEN, || *Mr. Wiskonstenaar.* || EERSTE DEEL || vignetten, de koophandel, omringd door vijf engeltjes, met allerlei natuur- en sterrekundige werktuigen. || TOT AMSTERDAM, || By JAN TEN HOORN, Boekverkooper over || 't Oude Heere Logement, in de || Historieschrijver. 1702. 8°.

8 blz. zonder signatuur of pagineering, bevatten na den titel, de opdracht „AAN DEN || *Achtbaaren doorzichtigen Heer,* || den HEER || BERNHARDUS || NIEUWENTIIT. || *Borgermeester der Stad Purmerend,* || *Doctor der Geneeskunde, &c.*" (4 blz.) de „VOORREDEN || Aan den || Weetgierigen Leeser." (8 blz.) de „INHOUD" (2 blz.).

A—I (blz. 1—133) Eene bladz. bevat nog de Drukfeylen, een ander het Berigt wegens de plaatsing der 41 platen: beide bladz. zijn niet gepagineerd.

6) NAAUWKEURIGE || WAARNEMING, || wegens de Buitengewoone Werking der Na- || tuur, op den 11 en 12 December 1747. Als me- || de een Verklaring, waar in die buiten gewoone || Werking bestaat; zeer nuttig en dienstig || voor die geene, welke Liefhebberij || voor de Weêrglazen hebben, || en haar desselfs Werking || en oorzaak nog niet || verstaan. || DOOR M. SEMEYNS, || *Oud Schepen en Liefhebber der Natuur en* || *Wiskunde te* || ENKHUYZEN. || Te HAARLEM, || Gedrukt by *Izaäk* en *Johannes Enschedé*, ordinaris || Stads-Drukkers. ||

A— (blz. 1—15) 8° (1748).

7)* Berigt wegens de Eigenschappen der Land- en Zee-winden, Waaijende langs de Kusten van 't Eiland Java, en wel inzonderheid te Batavia. Volgens eene Veel-jarige Bevindinge: door *M. Semeyns.*

= Verhand. Holl. Maatsch. der Wetenschappen te Haarlem. Deel II. 1755. bladz 413—418.

8)* Waarneeming over de waare Dampheffinge, op een eiland benoorden Batavia, Medegedeeld door *M. Semeyns.*

= Verhand. Holl. Maatsch. der Wetenschappen te Haarlem. Deel II. 1755. bladz. 419—421.

9)* VERHANDELING || OVER DE || NATUURLIJKE OORZAAK || DER ALGEMEENE EN BEURTHOUDENDE || PASSAAT-WINDEN || OF || MOUSSONS; || DOOR || *M. Semeyns.*

= Verhand. Holl. Maatsch. der Wetenschappen te Haarlem. Deel III. 1757. bladz. 183—222 (1 plaat).

10)* KORTBONDIGE || REDENEERING || OVER DE || GESTELTHEID || VAN DEN || AARDKLOOT VAN BINNEN, || BETOOGT UIT DE || MAGNEETISCHE WERKINGE. || WAAR DOOR || Eerstelijk een Schets werd gegeeven van de importante, || en zeer nuttige uitvinding; || NAMENTLYK, || Om te bereekenen de miswyzing der Compassen, over den ge || heelen Aardbodom, (sic) zoo als die in vroegere tyden zyn geweest, || huiden ten dage zyn, en in 't vervolg zyn zullen; en uit || dat zelfde beginsel word op eene duidelyke en eenvoudige ma- || nier aangeweezen, de waare oorzaak der Watergetyen en || hoe noodzaakelyk volgen moet, dat, by beurtverwisselinge, het || oppervlak der Zee, na een zeker bepaald getal van Jaaren, || moet ryzen en dalen; en teffens word aangetoont, dat dit laatste, || als mede nog eenige verschynselen omtrent de Watergetyën, || onmogelyk, door het Systema van den beroemden Heer J. || *Newton*, kan verklaard worden. || *Nog buiten dit alles veele speculatien over de oorzaak der Aard-* || *bevinge, Waterberoeringe, Noorder-Lichten, als andersins.* || DOOR || MEINDERT SEMEIJNS. || *Oud-Schepen en Liefhebber der Natuur- en Wiskunde* || *te Enckhuisen.* || IN 's GRAVENHAGE, || By PIETER GERARD VAN BALEN, || Boek-, Konst- en Kaartverkoper in de Spuystraat. || MDCCLX. ||

XII en A—C bladz. 1—100 in 8°. en 1 plaat oblong folio.

De twaalf eerste bladzijden bevatten titel, opdracht: „AAN ZIJNE || DOORLUGTIGSTE HOOGHEID || DEN HEERE || WILLEM DE VIJFDE" (blz. III—VI) en „VOORREDEN" (bladz. VII—XII"), waarin hij een overzicht geeft van zijn werkje, steunende op „*eene onuitspreekelyke moeiten en arbeid van omtrent* 40 *Jaaren.*"

11) Kurze || aus der Würkung des Magnets || hergeleitete || Abhandlung || von der || innern Beschaffenheit || der Erdkugel. || in welcher gezeiget wird, || Wie man durch, diese Erfindung die jedesmalige Abwei- || chung der Magnetnadel auf den ganzen Erdkreise berechnen kann; || des gleichen, || welches die wahre Ursache der Ebbe und Fluth sey; || und || wie die Oberfläche des Meers nach Verlauf einer gewissen Anzahl || von Jahren wechselsweise bald steigen bald fallen müsse; || Welches alles || von Newtons Lehrgebäude nicht erkläret werden kann. || Nebst einigen Gedanken || von den Ursachen || der || Erdbeben Wasserbewegungen und Nordscheine || von || Meindert Semeyns || Aeltern Schöpfen und Liebhabern der Naturkunde zu Enkhusen. || Aus den Holländischen übersetzt. || Nürnberg, in Verlag Carl Felseckers, 1764. || 4°.

Blz. 1—8 zonder pagineering; blz. 1—64 met 2 platen.

12)* KORTBONDIGE DEMONSTRATIE || OF || NADER BETOOG, || over de *Echtheid* des *Algemeenen Regels*, om door || *twee vaste* en *vier beweegende Punten* van *Trek-* || *kinge*, ten allen tyde en plaatse, de || WYZING DER COMPASSEN, || Te bereekenen, en zulks ook door de *Nederhellende* ||

*Naalde*||te bevestigen, op dat men dus leere,||hoe de bepaaling der *Lengte* algemeen te||maaken: Wordende teffens de gebreklyk-||heid der meeste Tafelen, en die||der Kaarten van de Heeren||E. HALLEY EN EWYK;||Over de Miswyzing, en de onbestaanbaar-||heid van 't Gevoelen van den Heere||ALBERT EULER,||Aangetoond; en voorts eenige *Bespiegelingen* opgegeeven over||de *Beweeging der Hemelsche Lichaamen* door de *Mag-*||*neetische* Werking; tot staaving van *gemelden Regel.*||DOOR||MEINDERT SEMEINS,||*Oud Schepen en Liefhebber der Natuur- en Wis-*||*kunde te* Enkhuizen.||IN 's GRAVENHAAGE,||By PIETER GERARD VAN BALEN.||M.DCC.LXII.||

XII en A—F, bladz. 1—92 in 8°.

De 12 eerste bladzijden bevatten de titel en „Voorberigt" (blz III—XII).

[13]) Deze kritiek vindt men in het belangrijke, doch wegens zijne groote zeldzaamheid weinig bekende, tijdschrift.

NEDERLANDSCHE||LETTER-COURANT;||Doende kortelijk verslach van de||NIEUWE BOEKEN||EN GESCHRIFTEN,||*Welken van tijd tot tijd, zoo in de* VER-||EENIGDE *als andere* GEWESTEN||*uitkomen;*||Als ook van 't voornaamste Nieuws, dat er||in de *geleerde Weerelt* voorvalt.||*Uitgegeven onder de zinspreuk*||NEC TEMERE, NEC TIMIDE.||8°.

En aldaar in het „Vierde Deel||Julij—December 1760.||Leiden.|| Uit den Boekw. van ELIAS LUZAC JUN.||MDCCLX.||78e Stuk||Vrijdag den 26 September 1760. Blz. 204—206.

[14])* MERKWAARDIGE||VERZAMELING||VAN||ECHTE STUKKEN||EN||BRIEVEN,||GEWISSELD TUSSCHEN DEN WEL ED.HOOGGEL.||JOHANNES LULOFS,||*Hoogl. in de Natuur- en Sterre-kunde op de Hooge Schoole te Leiden,*||EN||MEINDERT SEMEINS,||*Oud-Schepen der stad Enkhuizen;*|| Opzigt hebbende tot de uitvindingen van den laastge-||melden, nopens de bereekening van de miswysing||der Compassen, ten allen tyde en plaatse, en||de betooging van 't nut, welke die zoude||voortbrengen in 't bepaalen van||de waare Lengte op Zee.||*Nevens eene Verdediging der Echtheid van dit Systema tegen*||*het* Advies *van den welgem.* Hoogleeraar *aan den oordeelkundi-*||*gen, onpartydigen en zeevaartlievenden Leezer opgedraagen*||DOOR||MEINDERT SEMEINS||*Oud-Schepen der stad Enkhuizen.*||IN 's GRAVENHAGE,||By E. BOUCQUET en Compagnie.||M.DCC.LXIV.||

A—G, bladz. 1—105 in 8°.

[15])* BRIEF||VAN||JOHAN LULOFS||AAN DEN||WEL-EDELEN GESTRENGEN HEER||MEINDERT SEMEINS,||*Oud-Schepen der Stad Enkhuizen;*|| Behelzende een nader onderzoek van Deszelfs||Ontwerp, om door

middel van de Com-||passen de LANGTE op ZEE||te bepaalen.||TE LEYDEN,||By de Wed. A. HONKOOP, EN ZOON,||MDCCLXIV.||

A—G, blz. 1—103. 8°.

[16])* BRIEF||VAN||MEINDERT SEMEYNS,||AAN DEN||WEL-EDELEN HOOG-GELEERDEN HEER||JOHAN LULOFS,||HOOG-LEERAAR OP 'S LANDS HOGE||SCHOOLE TE LEIDEN.||Dienende tot een kort en bondig antwoord op||desselfs Brief, rakende het Ontwerp, om||door middel van de Compassen de Langte||op Zee te bepaalen.||TE ENKHUIZEN,||By WILLEM PALENSTEYN SEMEYNS.||Boekverkooper, 1764.

A—C, blz. 1—48 in 8°.

[17])* KORTE AANMERKINGEN||VAN DEN HEER||JOHAN LULOFS,||*Hoogleeraar op 's Lands Universiteit te Leiden,*||*Inspecteur Generaal der Rivieren van Holland*||*en Westvriesland, enz.*||; OP EEN||BRIEF||VAN DEN HEER||M. SEMEIJNS,||OVER HET VINDEN DER||LENGTE OP ZEE,|| DOOR MIDDEL VAN DE||KOMPASSEN.||

= Uitgezogte Verhandelingen uit de Nieuwste werken van de Societeiten der Wetenschappen in Europa en van andere geleerde mannen. Met naauwkeurige Afbeeldingen. Negende Deel. Te Amsterdam, By F Houttuijn. MDCCLXIV. Blz. 253—270 (N°. 34) in 8°.

[18]) Voorberigt, of Voorreeden, wegens het Ontdekte Magneetische Systema, het welk staat uitgegeven te worden door *M. Semeyns*, oud-Scheepen der stad Enckhuisen, enz. Alles op een wonderbaare manier ontdekt, by het naspeuren van eenige zaakelykheden, dienende ter beantwoordinge van sommige Zwaarigheden, ingebragt tegens het Uitgevondene Geheim, om de Miswyzinge der Compassen, over den geheelen Aardbodem, te bereekenen. Te Enckhuizen, Bij *Willem Palensteijn Semeijns.* 1765. 8°.

[19])* HET||NIEUW ONTDEKTE||MAGNEETISCHE SYSTEMA,||Rakende den Loop van den Aardkloot op zyn Jaarlykschen||wegh, waar door zeer klaar word beweezen, hoe onge-||rymt het is, dat men de Zon als het ware Middelpunt of||den As der Weereld aanmerkt; wat wanorder en moei-||jelyke reekeninge daar uit ontstaat: daar men in tegen-||deel met de Zon buiten-middelpuntig, en het Middel-||punt van den Loopkring der Aarde voor het ware Deel-||punt aan te neemen, op een duidelijke en zeekere ma-||nier veele schynstrydigheeden, welke ons voorkomen,||zoo wel in sommige verschynselen op den Aardkloot,||als in den Hemel-loop worden opgelost en weggenomen.||*Alles op een wonderbaare manier ontdekt by het naspeuren van eenige zakelykheden, dienende ter beantwoordinge van som-||mige*

*zwarigheden, ingebragt tegens het uitgevonden ge-*||*heim van den Autheur om de* Miswyzingen *der* Compassen||*ten allen tyden over den geheelen Aardbodem te bereekenen en*||*aan te toonen.*|| Alles ontdekt en uitgevonden na een arbeid van 45 Jaaren||DOOR||MT. SEMEYNS,||*Oud Scheepen der Stad* ENKHUIZEN.||Nog is hier agter by gevoegt een verdeediging tegens de||ongehoorde behandeling van den Wel-Edelen Hoog ||geleerden Heer J. LULOFS, Professor op 's Lands||Hooge Schoole te *Leiden.* Wordende ter dier gelegen-||heid, het geheele Magneetische Systema omtrent het be-||reekenen der Miswyzinge van de Compassen over den||geheelen Aardbodem in helder dagligt gestelt, en door||een meenigte Voorbeelden door den Autheur bewerkt||en aangetoont, in praesentie van neutrale en kundige||Persoonen, die het zelve met solemneele Eeden hebben||verklaart. —|| *Te* ENKHUIZEN,||By WILLEM PALENSTEYN SEMEYNS. 1767.||

24 blz. (niet gepagineerd), A—Q bladz. 1—248 in 8°. en 2 platen oblong folio.

De eerste 24 blz. bevatten „Bekentmaking van den Autheur" (1 blz), twee verzen (4 blz.), Voorberigt (18 blz.).

**)* De Voornaamste verschil Punten tusschen||het Nieuw uitgevonden||MAGNETISCHE SYSTEMA,||en dat, van den Wydvermaarden HEER||*Isaak Newton* aangaande den *Hemel-loop;*||aan alle Liefhebbers der *Sterrekunde* ter||beschouwinge Op- en- Voorgedragen: als|| zyn betrekking hebbende tot de uitvindin-||gen van het zoogenaamden *Oost en West,*||DOOR||MEINDERT SEMEYNS,||*Oud Scheepen der Stad* ENKHUIZEN.||

A (16 bladz. zonder paginéering). Op de laatste bladzijde staat GEDRUKT||TE ENCHUIZEN,||TER BOEKDRUKKERY||VAN R. CALLENBACH KLENCK.||(in 1773).

12 bladz. in 8°. (zonder nummering).

---

# DIE PATHOGENESE DER ENDARTERIITIS.

VON

W. KOSTER.

(Vorgelegt in der Sitzung von 31 Januar 1874).

Der Zweck der folgenden Zeilen ist, die Resultate mitzu theilen, zu welchen eine während längerer Zeit fortgesetzte Untersuchung krankhaft veränderter Arterienwänden mich geführt hat.

Es scheint mir, auf Grund von Allem was mikroskopische Untersuchung der normalen und exactere Feststellung der Verhältnisse in den krankhaften Gefässen zu Tage gefördert haben, möglich, in den noch bestehenden Meinungsverschiedenheiten, der Hauptsache nach, Einigung zu bringen.

Bekanntlich hat VIRCHOW, der Auflagerungstheorie von ROKITANSKY gegenüber, die Verdickung der Innenhaut für eine „Entzündung" in seinem Sinne, eine Proliferation der Gewebsbestandtheile der Innenhaut, erklärt. Ein fester Grund dieser Auffassung schien vor Allem das zweifellose Vorkommen von Rundzellen *in* der krankhaften, trüben, verdickten Innenhaut zu sein.

Nachdem aber, in 1867, COHNHEIM die Emigration der farblosen Blutkörperchen kennen gelehrt, und auch von späteren Forschern, die Entstehung der Eiterzellen in der Hornhaut aus den praeexistirenden Zellen widerlegt war, musste sich die Frage aufdringen: ob auch nicht die in der verdickten Innenhaut der Arteriën vorkommenden lymphoide Zellen mit Unrecht von den „Bindegewebszellen" der normalen Haut abgeleitet

wurden. Die Entscheidung dieser Frage war nur durch eingehende histologische Untersuchung möglich, was bekanntlich bei der Innenhaut der Arteriën, namentlich der krankhaft veränderten, seine Schwierigkeiten hat.

Dennoch wagte es TRAUBE *), veranlaszt durch eine Beobachtung von Aörtenstenose, aber nicht auf Grund einer eigentlichen Untersuchung der krankhaften Gefässe, die Hypothese auszusprechen: Die Verdickung der inneren Gefässhaut ist die Folge einer Immigration von farblosen Blutkörperchen aus dem vorbeiströmenden Blute.

Weiter hat auch RINDFLEISCH †) beyläufig die Vermuthung geaüssert, dass ein Theil der Zellen in der krankhaft verdickten Gefässwand von aussen her in die Wand gedrungen sei: „es finden sich bei den Neubildungen, welche von der Intima ausgehen, die neugebildeten Zellen auch ausserhalb der „Bindegewebskörperchen", und müssen also entweder nicht aus diesen Zellen hervorgegangen, oder sie müssen aus den Kapseln entwichen sein. Wir wollen sie bis auf Weiteres für ausgewanderte farblose Blutkörperchen halten."

Seit längerer Zeit ist also bekannt, dass in der krankhaft verdickten inneren Schlagaderwand Rundzellen vorkommen, welche in ganz normalem Zustande fehlen. Schon ROKITANSKY hat „Kerne" in der verdickten Intima beschrieben und abgebildet, welche ohne Zweifel übereinstimmen mit den runden Zellen, welche spätere Forscher beschrieben. In den letzten Jahren, nach der Untersuchung von frisch entstandenen verdickten Stellen, und von Schlagadern, welche in Müllerscher Flüssigkeit (LANGHANS) aufbewahrt waren, ist wohl Jedermann von dem ursprünglichen Zellencharacter der Kernaggregate von ROKITANSKY und WEDL überzeugt.

Die Hauptfrage bei der Pathogenese der Endarteriitis betrifft den Ursprung dieser ungewöhnlichen runden Zellen.

VIRCHOW leitete sie bekanntlich von einer Proliferation der

---

*) *Berliner Klinische Wochenschrift.* 1871.

†) *Pathologische Gewebelehre,* 1878 S. 182.

Bindegewebszellen in der Intima ab. Für VIRCHOW war der Begriff „Bindegewebszelle" ein sehr weiter. Deutliche, selbständige Zellen in der normalen Intima waren damals noch nicht demonstrirt. Da aber, nach VIRCHOW's Auffassung, das Bindegewebe keine Lücken, aber nur Zellen enthält, und in den „Knotenpüncten" der elastischen Fasern noch Reste von Kernen zu sehen sind, gab es augenscheinlich der „Heerde" genug, für die Bildung von neuen Zellen bei nutritiver Irritation.

Erst LANGHANS *) zeigte, in 1866, das Vorkommen von wirklichen Zellen mit Auslaüfern, unterhalb des Endothels der normalen Schlagadern; wiewohl gewisz auch RISSE †) die nämlichen Zelle, vermehrt und verändert, in verdickten Stellen, gesehen und beschrieben hat. Wir dürfen jetzt annehmen, dass schon frühere Untersucher diese Zellen, mit Fettkörnchen gefüllt, gesehen haben. Die verästelten Zellen oder sternförmigen Körnchengruppen, von ROKITANSKY abgebildet, sind gewisz die veränderten Zellen der normalen Intima, welche LANGHANS zuerst isolirte.

Sowohl RISSE als LANGHANS stimmten in ihrer Auffassung der Hauptsache nach mit VIRCHOW überein. Es ist aber merkwürdig, dass RISSE die atheromatöse Veränderung der verdickten Stellen mit einer fettigen Metamorphose der Spindel- und Netzzellen beginnen lässt; während, so weit ich sehe, keine Bildung von Rundzellen *in* den oben genannten Zellen angenommen wird. LANGHANS meint offenbar, dass alle Zellen, welche man in der verdickten Intima findet, auch in dieser Membran entstanden sind. Er bildet aber die runde Zellen nicht in den sternförmigen ab, und aus seiner Beschreibung leuchtet auch nicht ein, dass er seine sternförmigen Zellen als die einzige Bildungsstätte der runden betrachtet. Nach einer Beschreibung der ohne bestimmten Anordnung neben einander liegenden Gruppen von runden und sternförmigen Zellen, sagt er: „dass zunächst Umbildung der sternförmigen Zellen der normalen

*) VIRCHOW's *Archiv*, Band 36.

†) Observat: quaedam de arteriarum statu normali atque pathologico. Diss. inaugur:, Regiomont: Borus., 1853.

Intima zu rundlichen stattfindet, und dann wieder Umbildung der letzteren zu ersteren" (l. c. p. 205).

Wie ich schon erwähnte, ist RINDFLEISCH geneigt die neuen Zellen in der verdickten Intima zum Theil als ausgewanderte Blutkörperchen zu betrachten, nimmt aber, wie aus seiner Beschreibung (l. c.) hervorgeht, auch Bildung von Rundzellen in den sternförmigen der normalen Intima an.

Alle weiteren Beschreibungen und Abbildungen, welche das Entstehen der neuen runden Zellen in der krankhaften Intima verdeutlichen sollen, haben desshalb wenig Werth, wenigstens für die Histogenese, weil ihnen die wahre Grundlagen: die Beachtung der Structur der normalen Intima und die Kenntniss der Auswanderung der farblosen Blutkörperchen fehlten. Darum kann ich Abbildungen, welche nach VIRCHOW die Bildung von Zellen *in* der Intima unzweifelbar zeigen, (Vergl. S. 356 der Cellularpathologie, 3te Ausgabe) nicht beweiskräftig nennen: Die fragliche Figur kann ungezwungener als das Bild von neben einander vorkommenden praeexistirenden und eingedrungenen Zellen aufgefasst werden.

Im vorigen Jahre untersuchte Dr. GÖTTE im hiesigen pathologischen Institut den Bau der Aörta, im normalen und krankhaften Zustande, hauptsächlich in der Absicht, Gründe für die schon von TRAUBE ausgesprochene Hypothese in den histologischen Thatsachen zu finden *). Die Hauptresultate waren: dass die runden Zellenformen und Kernen in der verdickten Intima in keinem anatomischen Zusammenhang stehen mit den sternförmigen Gebilden der normalen Intima, und, dass bisweilen runde, mit farblosen Blutkörperchen ganz übereinstimmende Zellen, in übergroszer Quantität, die Hauptmassa der verdickten Intima bilden. Letzteres wurde beobachtet in einem Falle von frischen gelatinösen, hier und da ulcerirenden Verdickungen in der Aörta eines an Leukaemia lienalis gestorbenen, wo schon bei der Section die Bestandtheile der „Auflagerungen" - mit den ein Drittel der Blutzellen betragenden farblosen Körperchen des Blutes verglichen werden konnten.

---

*) W. K. M. GÖTTE. *Bijdrage tot de Pathogenie der Endarteriitis chronica.* Academisch Proefschrift. Utrecht 1873.

Der Fall kam aber erst zur Untersuchung, als GÖTTE schon seine Dissertation abzuschliessen veranlasst war; sodass er nur vorläufig über diese leukaemischen Endarteriitis berichtet hat. Er meinte aber, auf Grund von Allem was er gesehen hatte, den Kern von TRAUBE's Hypothese für richtig erklären zu dürfen: es dringen bei Endarteriitis farblose Zellen aus dem vorbeiströmenden Blute in die Gefässwand.

Ich habe später die Untersuchung normaler und von Endarteriitis befallener Aortae fortgesetzt, und meine im Stande zu sein, über einzelne noch schwebende Fragen nähere Auskunft zu ertheilen. Es ist jedoch nicht meine Absicht, eine erschöpfende Abhandlung zu schreiben über Allem, was unter dem Namen von Endarteriitis zusammengefasst wird. Ich werde nach einander, die untersuchten Punkte kurz vermelden, wobei sich von selbst herausstellen wird, wie ich die Pathogenese der Endarteriitis auffasse.

### *a.* DAS ENDOTHEL DER AORTA.

Während vor einigen Jahren noch Zweifel darüber möglich war, ob in der menschlichen Aorta überhaupt Epithel vorkommt *), ist gegenwärtig das Bestehen einer Schicht von Endothelzellen nicht mehr fraglich. Die Untersuchung der frischen Aorta, kurz nach dem Tode, und die Versilberungsmethode von VON RECKLINGHAUSEN haben allen Zweifel beseitigt.

Dass aber eine *ununterbrochene* Schicht von Endothelzellen in der Aorta adscendens existirt, wird auch jetzt noch nicht von allen Anatomen zugegeben. Es ist natürlich unmöglich zu beweisen, dass das Endothel während des Lebens nirgendwo fehlt, wenn man factisch an Präparaten nach dem Tode dasselbe hie und da vermisst. Ich habe dennoch die Ueberzeugung bekommen, dass ein ununterbrochenes Endothel in der Aorta existirt. Nur muss man spätestens 6 Stunden nach dem Tode untersuchen, und keine zu starke solutio argenti nitrici anwenden. Am besten gefiel mir eine Lösung von 0,1—0,15 proc. Die

*) Vergl. u. a. DONDERS en JANSEN, in *Nederl. lancet*, 2de Serie, 2de jaargang.

übliche $\frac{1}{4}$ procent: Lösung ist zu stark, namentlich auch für die Entscheidung über das Vorkommen von Stomata; worüber später. Ich spülte die Innenfläche der Aorta, wenn Blut anhing, leise mit destillirtem Wasser ab, liess gleich darauf die Silberlösung über das Aortenstück fliessen, und legte es darauf in Spiritus. Am nächsten Tage ist die Oberfläche braun gefärbt. Wenn man nun mit einem scharfen Messer Flächenschnitte macht, und das Präparat so vorsichtig wie möglich behandelt, wird man das Endothel fast niemals vermissen. Die Kerne der Endothelzellen werden auf diese Weise, wie bekannt, nicht sichtbar gemacht. Man sieht sie an frischen, oder mit Carmin gefärbten Praeparaten.

Dass an einigen Stellen das Endothelmosaik, nach Versilberung vermisst wird, scheint mir kein zwingender Grund anzunehmen, dass es während des Lebens nicht bestanden hat. Oft fand ich an Stellen, wo die Endothelzellen fehlten, auf der braun gefärbten Fläche Stücke von dunkleren Linien, oder Leistchen, welche die Grenze der abgefallenen Zellen sein konnten. Bisweilen ist auch die Begrenzung der mit Endothel bedeckten Stellen eine ganz scharfe, und meinte ich, bei Focaländerung, deutlich zu constatiren, dass die Endothelzellen-Inseln etwas höher lagen wie die von Endothel beraubten Stellen. Ueberdiess findet man nicht selten in der Nähe der endothellosen Stellen isolirte Zellen, oder gefältete äusserst dünne Läppchen mit, wenn Carminfärbung vorher gegangen war, deutlichen ovalen Kernen. Dies Alles, zusammen mit der Thatsache dass man desto weniger Endothellose Stellen findet, je frischer die Aorta, und je vorsichtiger mit dem Präparat umgegangen war, bestimmt mich eine ununterbrochene Schicht von Endothelzellen auf der Intima aortae anzunehmen.

Wichtig für die Endarteritis-Frage schien es mir, festzu stellen, ob, abgesehen von endothellosen Stellen, sogenannte Stomata zwischen den Endothelzellen existiren. Bekanntlich hat man dieselbe, zur Erklärung der Emigration in den kleinsten Venen und Capillaren bei Entzündung angenommen, und anscheinend demonstrirt. In der letzten Zeit haben viele Untersucher diese Stomata für Artefacte erklärt. Im hiesigen physiologischen Laboratorium ward neulich die Sache am Mesenterium

des Frosches genau untersucht *) und das Bestehen von Stomata an der normalen Gefässwand in Abrede gestellt. Götte (l. c.) gelang es auch nicht, sie an der menschlichen Aorta zu demonstriren. Cohnheim †) hat sie zwar in Capillaren und kleinen Venen gesehen, aber er gebrauchte eine Silberlösung von 0,25 proc., und sah sie am besten: „wenn die Füllung der Gefässe durch die Injection eine recht pralle geworden war."

Ich habe, bei fortgesetzter Untersuchung der menschlichen Aorta, gefunden, dass die scheinbaren Stomata desto zahlreicher und gröszer sind, je stärker die Silberlösung genommen wird, und je weniger vorsichtig mit dem Präparat umgegangen wurde. Eine Lösung von 0,15 proc. giebt sehr feine Grenzlinien, und nur sehr kleine ovale bräunere Stellen zwischen den Zellen. Hat man eine stärkere Lösung angewendet, dann bekommt man wirklich bisweilen Bilder, welche es schwierig machen nicht an „natürlichen" Stomata zu denken. Man sieht dann scharf umschriebene dunkelbraune Flecke, in deren Mitte ein heller Punkt, wie ein kleiner Kern sich zeigt, hauptsächlich da, wo die Zellen mit ihren Ecken zusammenstossen. Diese Flecke sind aber von sehr abwechselnder Form und Grösse, kommen sehr unregelmässig vor, und gehen, ohne scharfe Grenze, in die kleinen längsovalen Zwischenräume der Grenzlinien der Zellen über. Alles zusammen führt mich zu der Meinung dass im Leben keine Stomata existiren.

### *b.* ZUSAMMENSETZUNG, ERNÄHRUNG, UND WACHSTHUM DER NORMALEN INNENWAND DER AORTA.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Intima der Arteriën (ich habe immer die Aorta vor Augen) mit den Jahren an Dicke zunimmt. Langhans und Götte haben hierauf bezügliche Messungen mitgetheilt. Götte fand die Dicke der normalen Intima Aortae:

---

*) Endothelium en Emigratie, door Dr. Laidlaw Purves, in: *Onderzoekingen in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool.* 3de Reeks. II. Aflev. 2.

†) Virchow's *Archiv.* Bd. XL, S. 52.

| | | |
|---|---|---|
| beim Neugebornen. . . . . . . . | 0,011 | m.m. |
| bei einer 29-jährigen Person. . . . | 0,032 | „ |
| „ „ 51- „ „ . . . . | 0,075 | „ |
| „ „ 72- „ „ . . . . | 0,08 | „ |

Mit diesen Unterschieden in der Dicke hängen Verschiedenheiten des Baues zusammen.

Die Zellen mit Auslaüfern von LANGHANS sind vor dem 10ten Lebensjahre nicht deutlich zu sehen. Beim Neugebornen ist die sehr dünne Intima eine wenig durchsichtige, körnige Schicht, mit eirunden Kernen, welche sich in der Längsrichtung des Gefässes nach beiden Seiten verlängern, und ringsum welche nur sehr wenig Protoplasma zu sehen ist. Die elastischen Lagen fehlen noch fast ganz. Später bekommen die Kerne in der Intima deutlicher den Character von spindelförmigen Zellen, und entwickeln sich die an der Media grenzenden elastischen Lamellen, während nach dem 10ten Lebensjahre die verästelten (sogen. sternförmigen) Zellen von LANGHANS, unmittelbar unter dem Endothel, mehr oder weniger entwickelt, gefunden werden. Bei älteren Personen werden diese Zellen zahlreicher und deutlicher, auch wenn keine krankhafte Verdickung besteht, und enthalten dann gewöhnlich Fettkörnchen *).

*) In dieser Zusammenfassung stimme ich, der Hauptsache nach, mit LANGHANS überein. Ich finde aber die sternförmigen Zellen nicht immer so deutlich wie er sie beschreibt und abbildet, selbst nicht bei ungefähr 30-jährigen Personen. Behandelt man volkommen glatte. normale Aorten ganz so wie LANGHANS angiebt, dann vermisst man wohl niemals Kerne in der Lage unter dem Endothel; deutliche Zellen bekam ich aber oft nicht zu sehen. Die Kerne liegen dann unmittelbar auf und in der oberflächlichsten elastischen Schicht, in einer homogenen oder leicht trüben Zwischensubstanz. In anderen Fällen, unter scheinbar ganz gleichen Umständen, findet man aber wieder ganz deutliche verästelte Zellen, deren Ausläufer mit einander zusammen hängen, und ohne scharfe Grenze in die elastischen Lagen übergehen So deutlich, und an den Rändern des Präparats sich isolirend, wie LANGHANS dieselbe beschreibt, fand ich die sternförmigen Zellen nur bei älteren Personen (40—50 Jahre) und in schon „krankhaft" dicken Intimae, wobei gewöhnlich auch Rundzellen nicht fehlten. Vielleicht hängt die Verschiedenheit im Vorkommen der sternförmigen Zellen zusammen mit einer einigermassen periodischen Bildung von neuen elastischen Bestandtheilen der Intima. Bei dieser Meinung wird vorausgesetzt dass die sternförmigen Figuren von LANGHANS die jüngste Stufe der elastischen Fasern und Netze sind. HENLE hat bekanntlich die Entwickelung der Bestandtheile der Intima so aufgefasst, dass aus den Epithelzellen die tieferen

Diese Besonderheiten der Structur der normalen Intima sind vom höchsten Belang für das Beurtheilen des Zustandekommens der krankhaften Veränderungen. Wir dürfen ohne Zweifel annehmen, dass die Intima ihr Ernährungsmaterial bezieht aus dem vorüberströmenden Blute, nicht aus den Vasa vasorum. Diese letzteren dringen in die Media kaum, in die Intima gewisz nicht durch. In so weit ist sowohl die normale, wie die pathologische Intima eine „Auflagerung" aus dem Blute. Allein nur in diesem Sinne, dass die Bildung der neuen Bestandtheile gebunden ist an die einmal im Embryon entwickelten, für welche die aus dem Blute eindringenden Stoffe nur Ernährungs- und Bildungsmaterial sind. Es wird also der Bildungsprozess in der Intima bestimmt werden: 1°. durch den Zustand der Membran selbst (wobei erbliche Einflüsse, und postfoetale allmählich entstehende Modificationen in Betracht kommen) und 2°. durch die Natur der Ernährungsflüssigkeit.

Unsere nähere Kenntniss, die Bildung der Intimaschichten betreffend, ist selbstverständlich ziemlich dürftig. Die schwierigsten Probleme der Histogenese (Entwickelung von Binde- und elastischem Gewebe) liegen hier vor uns. Wir werden aber wahrscheinlich nicht irren, wenn wir meinen dass die Zellformen, schon in den innersten Lagen der Intima beim Neugebornen nicht fehlend, und die späteren sternförmigen Zellen von LANGHANS die Bestandtheile sind, woraus sich die elastische Lagen der Intima entwickeln. Ich könnte dafür noch einige meinen Präparaten entlehnte Gründe anführen; allein diese Frage hängt mit meinem Ziele nicht direct zusammen.

Wir können auf jeden Fall als feststehend annehmen, dass mit der Alterszunahme die sternförmigen Zellen, mit 2, 3 und mehr Ausläufern, in grösserer Zahl vorkommen. Sie liegen dicht zusammen gehäuft, in einer feinkörnigen oder undeutlich fasrigen Zwischensubstanz, und gehen allmählich über in die elastischen Lagen (innerste Längsfaserhaut und gefensterte Membran), welche ebenfalls bei älteren Leuten sehr in Dicke zugenommen

---

Kerne und verlängerten Zellen entstehen sollten. Obgleich ich diesen Gegenstand nicht genügend untersucht habe, muss ich doch beiläufig bekennen, dass ich HENLE's Meinung für nicht plausibel halte.

haben. Es möge nun aber die Intima $^1/_{10}$ bis $^1/_4$ millimeter dick werden, andere Bestandtheile dürfen wir nicht antreffen, wenn anders wir dieselbe noch „normal" nennen sollen. Nimmt die Verdickung noch mehr zu, dann sind wir, ohne dass genaue Grenzen anzugeben wären, im Gebiete der „krankhaften" Zustände, und wir werden nicht vergeblich nach Rundzellen, oder Kerngruppen suchen, und sowohl die verästelten Zellen als die Zwischensubstanz mehr oder weniger mit Körnchen und Fetttröpfchen durchsäet finden.

In der An- oder Abwesenheit von kleinen, runden Zellen, zwischen den verästelten groszen, können wir also ein der Merkmalen finden für das Normal- oder Krankhaft- sein der Intima. Die runden Zellen, welche RINDFLEISCH erwähnt, ohne Zweifel dieselben welche EBERTH *) als „kleine Granulationszellen" beschreibt, und die nicht in, sondern zwischen den verästelten vorkommen, sind gewisz „abnormale" Bestandtheile der Intima. Noch mehr abnormal sind schon die „freien Kerne" und Kernaggregate, die ROKITANSKY und WEDL beschrieben, und derer ich später noch gedenken werde.

Legen wir die beschriebene Zusammensetzung und Entwickelung der Innenhaut der Aorta der Beurtheilung der krankhaften Veränderungen zu Grunde, dann stehen wir auf festem Boden. Zum grössesten Theil hängt die Meinungsverschiedenheit über das Entstehen der Endarteriitis davon ab, dass man die Structur der normalen Intima entweder nicht genau kannte, oder nicht richtig auffasste. Ein Beispiel finden wir in der Annahme von „Bindegewebskörperchen" in der Intima. Will man die von LANGHANS entdeckten Zellen „Bindgewebszellen" nennen — es kann meinetwegen geschehen. Allein die überall verbreiteten Bindegewebskörperchen VIRCHOW's bestehen in der Intima nicht, sind von VIRCHOW jedenfalls nicht nachgewiesen. Man vergleiche die Abbildung Seite 356 in der dritten Ausgabe der Cellularpathologie. Es wird dort gesagt, dass sich die Bestandtheile der sclerotischen Stelle deutlich

*) Zwischen diesen Elementen finden sich auch mitunter kleine Granulationszellen, von denen ich es zweifelhaft lassen muss, ob sie normale oder pathologische Bestandtheile dieser Membran sind (EBERTH, in STRICKER's *Handb. der Gewebelehre*. S. 195).

in die der normalen Intima fortsetzen; die Abbildung aber der normalen Intima fehlt.

So viel ich weiss hat VIRCHOW nirgendwo mehr bestimmt angegeben, welche Bestandtheile der normalen Intima er als die Proliferations-centren betrachtet „Es gibt noch heute einen kleinen Theil von Histologen, welche nicht anerkennen, dass das Bindegewebe nur Zellen, aber keine Lücken enthält" wird S. 358, l. c., denen geantwortet die meinen möchten dass die Zellenaggregate in Maschenraumen des elastischen Gewebes liegen. Dabei setzt er aber voraus: 1°. dass die Intima Bindegewebe ist, und 2°. dass auf keine andere Weise, als durch Proliferation, neue Zelle in die Intima kommen können. Die Immigration war damals noch nicht bekannt.

Ich betone, der Wichtigkeit dieses Punktes für meine weitere Darstellung wegen, dass man, mit Ausnahme der von LANGHANS nachgewiesenen Formbestandtheile, keine „unbestimmten" Bindegewebskörperchen in der Intima annehmen darf. Dass VIRCHOW's Vorstellung etwas unbestimmt war, geht hervor aus dem schon gesagten, und aus mehreren Stellen seiner Abhandlungen über diesen Gegenstand.

So meint er (*Gesammelte Abhandl.* S. 500) dass DONDERS „seine eigenen Abbildungen gegenwärtig anders deuten würde, insbesondere, dass er manches, was er als einfache elastische Fasern betrachtet, jetzt als Faserzellen erkennen würde." Auf der folgenden Seite der citirten Abhandlung werden die mitunter sehr umfangreichen Aggregate von Kernen zwischen den Lagen der verdickten Intima aus einer „heerdweisen Wucherung erklärt. Was wuchert nun aber? „Kein Gebilde — fügt VIRCHOW hinzu — bietet eine so grosse Uebereinstimmung der Verhältnisse dar, wie die gereizte Hornhaut." Jedermann wird dem beistimmen, aber selbst der geniale Gründer der Cellularpathologie wird zugestehen müssen, dass nicht Alles, was in der Hornhaut, für „Bindegewebsproliferation" gehalten ist, gegenwärtig noch als solche gelten kann.

Ich meine also, dass man in der elastischen Innenhaut und den elastischen Netzen und Membranen der Intima keine Zellen annehmen muss. Wer unzweifelhaft normale Gefässwände untersucht, wird damit einverstanden sein. Bei jugendlichen

Personen sind die Zellen von LANGHANS erst nach Carminfärbung, und dann oft noch sehr sparsam, zu sehen. Es kommt bei der Untersuchung der Aorta von älteren Personen eine Schwierigkeit für die Beurtheilung, dass nämlich die Grenzen zwischen normal und krankhaft kaum zu ziehen sind. Damit hängt es für einen Theil zusammen, dass man bei verschiedenen Forschern keine Uebereinstimmung findet. Ich erwähnte schon die Bemerkungen von RINDFLEISCH und EBERTH. Bei DONDERS und JANSEN (l. c. p. 499 und 500) finden wir: „In sommige gevallen zetten de binnenste lagen door azijnzuur sterk uit, worden gelatineus, en vertoonen dan somtijds ovale lichaampjes als kernen. Dit scheen ons niet tot den vaatrok te behooren, maar of van een dun laagje gedroogde bloedwei afhankelijk te zijn, of als een ziekelijke afzetting te moeten worden beschouwd." *)

Und weiter S. 503: „Enkele malen zagen wij door de platen der Intima duidelijke kernen verspreid, bepaaldelijk in de arteria iliaca communis."

Wahrscheinlich haben DONDERS und JANSEN hier schon einigermassen verdickte Intimae vor sich gehabt, während die gewöhnlichen sparsamen Zellen unter dem Endothel der normalen Intima bei den damaligen Untersuchungsmethoden ihnen noch entgangen sind.

Ich lasse es vorläufig noch dahingestellt, wie die abnormal vielen Kerne von DONDERS und JANSEN, und die „kleinen Granulationszellen" von EBERTH in der Intima entstanden sind; meine aber, dass sie schon nicht mehr in die Structur der ganz normalen Gefässwand gehörten.

### *c.* DIE PRIMÄRFETTIGE DEGENERATION DER INTIMA, UND DIE SCLEROSIS ARTERIARUM — BESONDERE FORMEN DER ENDARTERIITIS.

Ich behalte den Namen Endarteriitis bei für alle jene Ver-

*) Man darf behaupten dass DONDERS und JANSEN hier der Schicht der LANGHANS'sche Zellen auf die Spur waren. Zum Beispiel: Het epithelium kan men als de binnenste laag van den binnensten rok beschouwen. De aangrenzende lagen vormen door haar structuurloos aanzien reeds overgangsvormen tot dit epithelium." Fügt man die im Text citirten Bemerkungen über „Kerne" in der Intima hinzu, dann liegt die gemachte Behauptung vor der Hand.

änderungen, welche als Verdickung, Atheroma, Verschwärung, Verkalkung u. s. w. bekannt sind, obgleich die eigentliche Anleitung, welche VIRCHOW zum Einführen des Wortes veranlasste, nach meiner Meinung, nicht zutrifft. Der Begriff des Entzündungsprozesses, der gewöhnlich durch den Ausgang „itis" angedeutet wird, ist kein so feststehender, dass wir nicht ein bequemes Collectivwort behalten könnten, auch wenn es sich herausstellte, dass der grösseste Theil der damit gemeinten Veränderungen nicht „Entzündung", im engeren Sinne, sind.

Es ist schon längst von VIRCHOW hervorgehoben, dass man, ausser der eigentlichen Endarteriitis (mit Verdickung, und Erweichung der neugebildeten Bestandtheile) eine primäre körnig-fettige Veränderung der Intima unterscheiden muss.

Man findet in diesen Fällen die Schlagaderwand nur wenig verdickt, trübe, von weisslicher oder gelblicher Farbe. Die Endothelzellen sind zu Körnchenaggregaten geworden, und in der Intima findet man verästelte, mit glänzenden Körnchen gefüllte Figuren, wie sie schon ROKITANSKY abgebildet hat, und in denen man die veränderten sternförmigen Zellen von LANGHANS erkennt Bei Carminfärbung wird in der Mitte dieser Körnchen, wie ich finde, noch sehr oft ein kleiner Kern deutlich; eine Grenzmembran fehlt aber ganz.

Ich habe gefunden, dass man auch in diesen nur regressiv veränderten Intima-Stellen nur selten kleine runde Zelle oder Kerne zwischen den körnig degenerirten gröszeren Gebilden vermisst. Figur 1 giebt das Bild einer trüben, kaum verdickten Stelle der Arteria basilaris eines alten Mannes. Die Schlagader war sehr bald nach dem Tode in MUELLER's Flüssigkeit gelegt. Dünne Flächenschnitte, mit Carmin gefärbt, lieferten besonders deutliche Bilder, worin man körnige Endothelzelle, verästelte Figuren mit kleinem Kern, und dazwischen, in unregelmässiger Verbreitung, kleine runde Zellen und Kerne zugleich zu sehen bekam.

Mit diesen Veränderungen verbindet sich alsbald Verkalkung. Namentlich sind es die Hirnschlagadern, welche man oft in sehr dünnwändige, ganz oder grössestentheils verkalkte Röhren verändert finden kann. Auch in der Aorta entstehen viele Veränderungen gewisz nur durch primär körnig-fettige Meta-

morphose, und Bildung von Kalkplatten. Oft findet man bei alten Leuten eine stark ausgedehnte Aorta adscendens, mit dünner Wand, worin kleinere und grössere Kalkplatten zerstreut liegen, aber ohne jene allgemeine Verdickung der Intima, mit Buckeln und halbknorpeligen Erhabenheiten auf der Oberfläche, welche man als Typus der Endarteriitis betrachtet.

VIRCHOW stellt diese primäre regressive Metamorphose der Intima, als „passiven Prozess", scharf den „activen" Veränderungen bei der wahren Endarteriitis gegenüber. Ich vermisse aber auch bei diesen passiven Veränderungen runde Zellen oder Kerne niemals ganz und möchte, wie sich bald herausstellen wird, keine so scharfe Trennung, zwischen den beiderlei Prozessen zulassen. Allein so viel steht fest: was man Endarteriitis deformans, nodosa, nennt (mit Atherom-Bildung als begleitende locale Veränderung) wird nicht in der wenig verdickten, trüben Intima angetroffen.

Die eigentliche Endarteriitis bestehet dann, wenn die Intima verdickt ist, und eine unebene buckelige Oberfläche besitzt. Dabei können wir mehr feste, knorpelige, oder mehr gelatinöse Stellen der Innenwand antreffen, und enthalten viele Buckel unter ihrer noch festen Oberfläche die bekannte atheromatöse Masse, während verkalkte Stellen gewöhnlich nicht fehlen.

Als eine besondere Form kommt weiter bisweilen eine mehr allgemeine Verdickung der Aorta (und anderer Arterien) vor, mit starker Difformität des Rohres, das verengt, oder unregelmässig geknickt, an anderen Stellen einigermassen erweitert ist, aber ohne Atheromen, ohne Kalkplatten. Die innere Fläche ist runzelig, weissgelblich, trübe. Auch die Adventitia kann man in solchen Fällen verdickt, fest, wie geschrumpft antreffen. Diese, als selbständige Krankheit nicht so oft vorkommende Veränderung der Schlagadern verdient am meisten den Namen der *Sclerosis*. Man muss dieselbe aber nicht zu streng von den übrigen endarteriitischen Prozessen trennen. Sclerosis existirt auch zwischen den atheromatösen und verkalkten Stellen in den gewöhnlichen Fällen, und auch die halbknorpeligen Buckel nennt man mit Recht sclerotische. Die mehr all-

gemeine Sclerose ist nur die äusserste Entwickelung einer Phase des bei Endarteriitis stets bestehenden Prozesses, ohne die daneben gewöhnlich sich ausbildenden weiteren Metamorphosen.

Einen exquisiten Fall dieser Sclerose, ohne Atherom, ohne Verkalkung, habe ich bei einem 45 jährigen Manne beobachtet. Er ist untersucht und beschrieben von Dr. ROMBACH, damals med candid. (in: *Nederlandsch Archief voor genees- en natuurkunde*, door F. C. DONDERS en W. KOSTER, 2de Jaargang, 1865). Die Krankengeschichte ward im vorigen Jahrgange des citirten Archivs mitgetheilt von Dr. BRONDGEEST. Sie war in vielen Hinsichten merkwürdig, namentlich weil die bei der Leichenöffnung constatirte durch Sclerose und Schrumpfung des Ursprunges fast vollständige Schliessung der linken Arteria subclavia, die Symptome eines Aneurysma, auch sphygmographisch, hervorgerufen hatte.

Indem ich für die Details der Schlagaderveränderungen auf die citirte Abhandlung verweise, hebe ich hier nur hervor, dass ROMBACH in der colossal verdickten Intima Aortae verästelte mit Fettkörnchen gefüllte Zellen, und überall verbreitete Kernaggregate beschrieben hat. Die Untersuchungen von LANGHANS, und die Emigration von COHNHEIM waren noch nicht bekannt, und im Allgemeinen stand ROMBACH ganz auf dem VIRCHOW'schen Standpunkte. Dennoch beschreibt ROMBACH die verästelten Zellen und die Aggregate von kleinen runden Zellen oder Kerne, immer als neben einander vorkommend, und leitet er die letztere nicht von den ersteren ab.

Am nächsten mit einer solchen, wirklich zur Krankheit führenden Sclerose verwandt, ist die bei alten Personen bisweilen vorkommende allgemeine Verdickung der Intima, aber ohne weitere Veränderungen, welche erst Beeinträchtigung der Circulation oder sonstige „Krankheitssymptome" veranlassen. Man findet dann eine knorpelig-harte, wenig elastische, unebene an einigen Stellen bis $\frac{1}{2}$ millim. dicke Intima.

Fig. 2 verdeutlicht was ich in einer derart verdickten Intima eines 80-jährigen Mannes fand. In der Aorta abdom. waren nur Spuren von Kalkplatten, die Aorta adscendens war ein wenig erweitert. Für die Abbildung wählte ich eine Stelle,

wo die sternförmigen Zellen zwar getrübt, wenig durchsichtig, aber nicht mit glänzenden Körnchen gefüllt waren, wie an den meisten Orten der Fall war. *Auf dieser stark verdickten Intima konnte ich an allen untersuchten Stellen mit nitras argenti Endothel nachweisen.* (Die Aorta war 4 Stunden nach dem Tode aus der Leiche genommen.)

In solchen Fällen kommen viele Lagen der verästelten Zellen vor. Ich habe niemals mehr als zwei Kerne in diesen Zellen gefunden, und auch das nur selten. Aggregate von Rundzellen oder Kerne von der Form der verästelten Zellen sucht man auch vergeblich. An etwas dickeren Stellen kann es schwierig sein zu entscheiden, of nicht mehrere kleine, runde Zellen in einer sternförmigen Zelle liegen. Allein genaue Untersuchung der besten Präparate zeigte mir immer *Mangel eines genetischen Zusammenhanges zwischen sternförmigen Zellen und Gruppen von kleinen runden Zellen.*

An einigen Stellen dieser sclerotischen Intimae findet man auch noch dicht unter dem Endothel deutliche Netze von elastischen Fasern, in deren Maschenräumen alsdann Aggregate von runden Zellen gefunden werden. Für gewöhnlich aber ist die Zwischensubstanz der verdickten Intima eine hyaline etwas streifige, undeutlich faserige Substanz, worin Fettkügelchen oder feine Körnchen zerstreut liegen. Die elastische Lagen kann man, bei fortgeschrittener Verdickung nicht deutlich unterscheiden und auch die Grenzen gegen die Media sind verwischt. Dennoch fand ich Stellen, wo man sich von der Richtigkeit der Beschreibungen von DONDERS-JANSEN und WEDL *) überzeugen kann. Diese Untersucher fanden die elastische Lagen noch unterhalb der krankhaft verdickten oberflächlichen. Ich fand aber auch, wie gesagt, an einigen Stellen elastisches Gewebe, mit Rundzellen oder Kernen in den Maschenräumen ganz an der Oberfläche. Das gewöhnliche Bild ist dennoch ein unmerkbar in einander Uebergehen der Lagen mit Zellen, Kernen und Fettkörnchen, und der noch elastisches Gewebe enthaltenden; kein so scharfer Gegensatz zwischen oberfläch-

*) Beiträge zur Pathologie der Blutgefässe, in: *Sitzungsber. der Mathem-naturw. Classe der Wiener Akademie der Wissenach* Bd 48. Abth. 1. S 384.

lichen amorphen und elastischen Lagen, wie DONDERS und WEDL angeben.

### *d.* DAS EINDRINGEN VON FARBLOSEN BLUTKÖRPERCHEN IN DIE INTIMA. ATHEROM-BILDUNG.

Die bei der Arterio-Sclerose beschriebenen Veränderungen können gewisz zu einem grossen Theil, nur als eine vermehrte Gewebsbildung, eine „Hypertrophie" der Intima aufgefasst werden. Eine solche Hypertrophie gehört, innerhalb gewisser Grenzen, zu den normalen Vorgängen im Körper von älteren Leuten. Sie findet ihr Analogon in vielen Bindegewebs-hypertrophiën (mit möglicher späterer Atrophie des Organs) im höheren Alter (Niere, Leber, u. s. w.).

In zwei Richtungen ist abnormale „krankhafte" Abweichung möglich. Erstens können schon früh, und bevor noch bemerkenswerthe Verdickung stattgefunden hat, regressive Veränderungen eintreten, oder aber der Grad der Hypertrophie wird eine übermässige, und auch dabei fügen sich regressive Veränderungen der Formbestandtheile.

In beiden Fällen tritt noch ein neues Moment hinzu, das sich im Vorkommen von lymphoiden Zellen in der verdickten oder anders metamorphosirten Intima kund giebt.

Ich brauche, nach dem Vorhergehenden, kaum zu sagen, dass ich die ungewöhnlichen runden Zellen, die bei Endarteriitis in der Intima fast niemals fehlen, als aus dem Blute in die Gefässwand gedrungen betrachte. Was TRAUBE beylaüfig als Hypothese aüsserte, kommt, nach meiner Meinung, wirklich vor. Ich lasse aber die übrigen Betrachtungen TRAUBE's über diese Immigration und die weiteren Schicksale der eingedrungenen Blutzellen dahingestellt. Ich kann selbst nicht zugeben, dass die Immigration das Erste, das Fundamentale ist bei Endarteriitis, denn *die Blutzellen dringen nicht in die Gefässwand, wenn diese nicht vorher schon Veränderungen erlitten hat.*

Meine Meinung stützt sich, wie schon gesagt, auf die histologische Untersuchung der verdickten Intima, welche mir keinen Zusammenhang von verästelten und runden Zellen oder Kerngruppen zeigte. Allein auch in der nicht oder wenig verdickten

primär-regressiv veränderten Intima fehlen runde Zellen oder geschrumpfte Kerne nicht ganz. So bald also ein abnormaler Zustand der Innenhaut der Arterie zu Stande gekommen ist, treffen wir in grösserer oder geringerer Quantität, kleine runde Zellen an.

Sehr imponirende Bilder und den ersten Eindruck des Eindringens der farblosen Blutkörperchen in die Gefässwand bekam ich, bei der Untersuchung der Aorta einer an Leukaemie verstorbenen Person, über welchen Fall in der früher citirten Dissertation von GÖTTE schon berichtet ist.

Figur 3 giebt eine Vorstellung von dem, was in diesen Präparaten zu sehen war. An zwei Stellen der Aorta adscendens fanden wir Geschwüre der verdickten Intima, an den Rändern mit Excrescenzen. Diese waren weich, und bestanden fast ganz aus Eiterzellen, wie ein fibrinöses Exsudat. Durchschnitte gaben hier ganz das Bild der von ROKITANSKY und DONDERS abgebildete „Auflagerung". In den nicht erweichten aber sehr verdickten Theilen der Intima, fand ich sternförmige mit Fettkügelchen gefüllte Zellen in groszer Menge und zwischen diesen sehr viele lymphoide Zellen *).

Es scheint mir, dass in diesem Eindringen von Blutbestandtheilen in die Intima die Hauptveranlassung zu der Bildung der atheromatösen Stellen liegt. Ich werde bald noch einige Wahrscheinlichkeits-Gründe für diese Meinung anführen, bin aber nicht im Stande sie unwiderleglich zu beweisen, da factisch allerlei Veränderungen vorkommen können, auch wenn farblose Blutzellen in die Intima eingedrungen sind. Ich habe schon dargelegt, wie einfache regressive Veränderungen, mit wenigen runden Zellen und Kernen vorkommen, und der Prozess sich

*) Dieser Befund bei Leukaemie veranlasste zu weitere Untersuchungen über Zusammenhang zwischen Endarteriitis und Leukaemie. In einem zweiten Falle, den ich jüngst durch die Freundlichkeit von Dr KIENDERHOFF in Rotterdam untersuchen konnte, fand ich aber nur unbedeutende weisse Flecke (taches rudimentaires de BIZOT) in der Intima aortae, und in diesen nur körnig-fettige Degeneration, hauptsächlich der Zwischensubstanz, nur wenig Zellen mit Auslaüfern, und an ein paar Stellen Aggregate von geschrumpften Kernen. Hier bestand also keine eigentliche Endarteriitis. Es bleibt aber wünschenswerth in weiteren Fällen zu untersuchen ob bei Leukaemie sehr viele lymphoide Zellen in der Intima vorkommen, *wenn einmal, vielleicht unabhängig von der Leukaemie, Endarteriitis besteht.*

hierauf beschränkt, höchstens sich noch mit Kalkablagerung combinirt. In anderen Fällen geht, der eingedrungenen Blutzellen ungeachtet, die ungleichmässige Gewebswucherung, die Hypertrophie, weiter; die runden Zellen werden zu geschrumpften Körpern (oder sind auch zum Theil Matrices der Neubildung?). Es bildet sich so die Sclerose aus. Drittens aber kann man sich denken dass in verdickten Stellen der Intima, wenn viele Blutbestandtheile eingedrungen sind, Erweichung, Atherosis, am leichtesten sich entwickelt. Weiter kommt gewisz auch viellicht wenn dass Endothel ganz zerstört ist?) ein Zustand vor, wobei mehr von einer Auflagerung als von einem Eindringen der Blutbestandtheile die Rede sein musz, wo die oberflächlichsten Schichten der verdickten Intima ganz von aus dem Blute abgelagerten Bestandtheilen gebildet werden, und gar keine elastische Gebilde mehr enthalten. Von solchen neugebildeten Schichten der Intima haben DONDERS und JANSEN schon gezeigt, dass ihnen die wesentlichen Eigenschaften des Bindegewebes abgehen.

So wird es begreiflich dass ROKITANSKY von einer Hypertrophie der Intima reden konnte, wenn, wie es sich ereignet, elastische Netze und Kerne sich ganz an der Oberfläche befinden, während an der anderen Seite von ihm, und anderen tüchtigen Beobachtern (DONDERS, WEDL) abgelagerte Schichten *auf* jenen elastischen Lagen beschrieben werden. Was wir Endarteriitis nennen umfasst ein Complex von weit aus einander liegenden Veränderungen.

Mit VIRCHOW halte ich dafür, dass die primitiven, fundamentalen Veränderungen *in*, *nicht auf*, der Intima statt finden. Dass man auf sehr verdickten Stellen noch Endothel findet, scheint mir schon ein schlagender Beweis. Weiter muss, meines Erachtens, die Sclerose im engeren Sinne, noch immer im Lichte der VIRCHOW'schen Irritation und Proliferation betrachtet werden. Einen wirklichen Unterschied zwischen Verdickung, cicatricieller Schrumpfung und Formänderung einer Arterie (mit Bindegewebshypertrophie und Verdichtung auch in der Media und Adventitia) und dem was wir „chronische Entzündung" nennen, sehe ich nicht. Man denke an Cirrhosis hepatis, chronischer interstitieller Nephritis u. s. w.

Allein die runden Zellen und Kernaggregate von einer Proliferation in der Intima herzuleiten, halte ich für ungerechtfertigt. Viele von anderen Forschern beilaüfig gemachte Bemerkungen und Beobachtungen sind mit meiner Meinung in Einklang zu bringen. Ich citirte schon die Stelle aus RINDFLEISCH (S. 182) in der dieser Autor sich geneigt zeigt, die runden Zellen als eingewanderte Blutkörperchen zu betrachten.

Bemerkenswerth ist auch eine Beschreibung bei LANGHANS (l. c S. 216): „Mehr dem Bilde einer Endarteriitis entsprechen die Fälle, wo sich die fettige Entartung direct an den Wucherungsprozess anschliesst, d. h. eine mit zahlreichen jugendlichen zelligen Elementen erfüllte Intima befällt. Grade die oberflächlichen fettigen Entartungen dürfte man fast alle hierher zählen, besonders die in den circumscripten Wucherungsheerden, den sogenannten halbknorpeligen und gallertigen Auflagerungen auftretenden, *denn gerade die oberflächlichsten Schichten enthalten in der Regel die meisten jungen Zellen.*"

Die letzte Zeile dieses Citats spatiire *ich*. Wenn man weisz dass LANGHANS mit diesen jungen Zellen die runde lymphoide meint, leuchtet ein warum.

Ebenso hat VIRCHOW selbst Beobachtungen mitgetheilt, die vielleicht besser zu der Lehre der Immigration, als zu jener der Proliferation passen. Ein Beispiel muss ich mittheilen, wenn auch das Citat etwas lang ist. Man findet es in: Gesammelten Abhandlungen S. 403. „Im verflossenen Frühjahr wollte ich in meinem Curs unter dem Mikroskop den Inhalt eines „erweichten" atheromatösen Heerdes zeigen, der unter der inneren Haut der Aorta lag und diese in die Höhe hob; ich hatte angekündigt, dass er aus Elain und Cholesterinmassen bestehen würde, und siehe da, ich fand die schönste junge Zellenbildung, freie glatte Kerne, kleine, theils ein-, theils mehrkernige Zellen mit homogenem Zelleninhalt. War das nun Eiter oder war er es nicht? Jedenfalls war ein Abscess da, denn, so lange man Gewebslücken, die mit sich entwickelnden jungen Zellen und flüssiger Intercellularsubstanz gefüllt sind, Abscesse nennt, so muss auch der in Rede stehende Heerd als ein solcher bezeichnet werden. Die Aorta zeigte in diesem Falle ausserdem die sogenannten halbknorpeligen Verdickungsschichten, verkalkte und

fettig metamorphosirte Platten, woraus also folgt, dass selbst neben dem s. g. atheromatösen Prozess, auch einmal ein Zellenbildungsprozess = Eiterung, vorkommen kan". Es ist klar dass ich nach dem „woraus also folgt" etwas Anderes folgen lassen würde was, meiner Meinung nach, das Vorkommen solcher Anhäufungen von runden Zellen und Kernen (meinetwegen: Eiter) befriedigender erklärt, als VIRCHOW's Auffassung.

Wenn mann aber, wie ich gethan habe, die Sclerosis zum Theil als eine chronische Entzündung auffasst, darf man natürlich nicht behaupten, dass absolut keine Bildung von jungen runden Zellen in der Intima statt findet. Bei chronischer Entzündung an anderen Orten kommt Gewebsneubildung vor (Bindegewebe, Gefässe). Wohl Niemand wird das Alles nur von den eingedrungenen farblosen Blutkörperchen ableiten. Ich verbreite mich nicht weiter über diesen Gegenstand, aber verweise auf die klare Darstellung von COHNHEIM *). Ich leugne also die Möglichkeit der Bildung eben von neuen runden Zellen in der Intima nicht. Ich habe zweifellose Kerntheilung (Biscuitform des Kernes) in runden Zellen der Intima gesehen und möchte wohl, theilweise in Uebereinstimmung mit LANGHANS, ein Auswachsen von runden Zellen zu spindelförmigen annehmen. Weiter muss selbstverständlich bei der Vermehrung der sternförmigen Zellen Neubildung statt finden. Wahrscheinlich haben darauf die zweikernigen Formen Beziehung. Ich habe aber nichts Sicheres über diesen Hergang eruiren können. Nur dieses fand ich überall bestätigt, das die runden Zellen nicht zur normalen Intima gehören, und nicht von den sternförmigen Zellen ihren Ursprung nehmen. Es bleibt also nur übrig, sie als aus dem Blute eingewandert zu betrachten.

Im Obigen sind zugleich die Gründe enthalten für die früher ausgesprochene Meinung, dass das Eindringen von Blutbestandtheilen in die krankhaft veränderte Intima, die Haupt-Veranlassung ist zur Atherombildung. Ich denke dabei nicht ausschieszlich an diese Blutbestandtheile. Wenn die Ernährungsbedingungen in einer krankhaft verdickten Innenhaut

*) *Neue Untersuchungen über die Entzündung* (*Schlussbetrachtungen*) Berlin 1878.

mangelhaft werden, wird Nekrobiose eintreten, ob viele farblose Blutkörperchen eingedrungen sind oder nicht. Sie fehlen aber, wie ich finde, niemals ganz. Und dass eine Ueberfüllung eines bestimmten Bezirks, mit farblosen Blutkörperchen, Veranlassung zu einer nach der Localität, in ihren Producten verschiedenen Nekrobiose sein könne, dafür würde es aus analogen Vorgängen in anderen Organen, an Beispielen nicht mangeln.

*Utrecht*, 20 December 1873.

# ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Von einer trüben, kaum verdickten Stelle der Arteria basilaris eines 70-jährigen Mannes. Die Arterie war übrigens dünn, durchsichtig. Körnig degenerirte Endothelzellen, sternförmige körnige Zellen, und Rundzellen und Kerne neben einander. Vergr. 400.

Fig. 2. Von einer stark verdickten, sclerotischen Stelle der Aorta eines 79-jährigen Mannes. Kernaggregate, sogen. Kernwucherung, zwischen wenig veränderten sternformigen Zellen. Vergr. 400.

Fig. 3. Von der verdickten Innenhaut der Aorta eines an Leukaemie gestorbenen 53-jährigen Mannes. Runde lymphoïde Zellen zwischen den körnig veränderten sternförmigen. Vergr. 400.

*Fig. 1.*

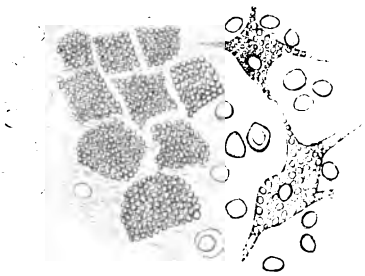


*Fig. 2.*

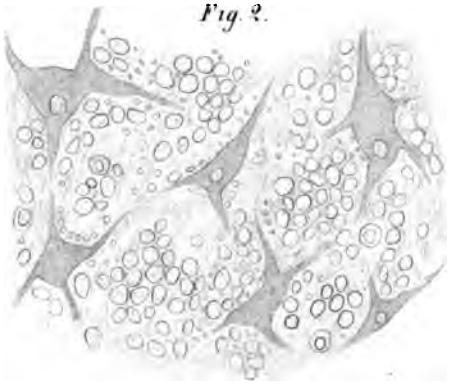
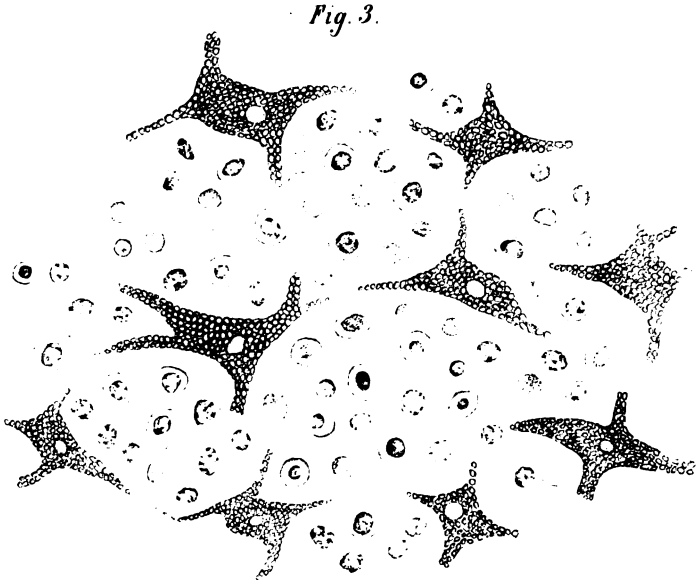


*Fig. 3.*



# MEDEDEELING

OMTRENT DEN

## STAND DER UITGAVE VAN DEN

## ATLAS ICHTHYOLOGIQUE DES INDES ORIENTALES NÉERLANDAISES.

Het zij mij vergund der Afdeeling mede te deelen, dat binnen kort weder eene Aflevering van den „Atlas ichthyologique" het licht zal kunnen zien.

De vertraging, welke de uitgave van dit werk ondervindt, is toe te schrijven aan het herhaaldelijk niet gestand doen aan de gesloten overeenkomst tot het leveren der chromolithografische platen door den steendrukker, doch ik heb grond te verwachten dat de eerstvolgende afleveringen zonder te groote tusschenpoozen zullen kunnen verschijnen.

Met de weldra uit te geven aflevering, de 27ste van het geheele werk, zal de tekst van het Zesde deel kompleet zijn, terwijl dan tevens reeds 46 platen, behoorende tot het Zevende deel, zullen zijn verschenen.

De zes eerste deelen omvatten de Labri, Siluri, Cyprini, Muraeni, Antennarii, Ostraciones, Gymnodontes, Balistides, Pleuronectides, Scombresoces, Clupesoces, Clupei en Sauridi van den Indischen Archipel. Uit deze verschillende afdeelingen zijn 837 soorten beschreven, t. w. Labri 173 soorten, Siluri 98, Cyprini

(incl. Cobitidoidei en Cyprinodontoidei) 133, Muraeni (incl. Leptocephaloidei) 130, Antennarii 24, Ostraciones 12, Gymnodontes 37, Balistides 44, Pleuronectides 54, Scombresoces 42, Clupei 77, Clupesoces 4 en Sauridi 9 soorten. Op weinig uitzonderingen na zijn alle die soorten naar de natuur afgebeeld en van menige soort zijn zelfs twee of drie afbeeldingen gegeven, waar varieteits- of leeftijdsverschillen zulks wenschelijk maakten. Ten einde het werk bruikbaar te maken voor de raadpleging van alle bekende insulindische vischsoorten, zijn ook de beschrijvingen ingelascht, en soms ook de afbeeldingen overgenomen, van soorten die ik niet zelf heb kunnen onderzoeken.

Van de 837 bovenbedoelde soorten werd verreweg het grootste gedeelte door mij ontdekt en het eerst beschreven en afgebeeld, en van de reeds vóór mijne onderzoekingen bekend geworden soorten bestonden voor een groot deel nog geene of slechts uiterst gebrekkige afbeeldingen.

Het geheele aantal der voor het eerst door mij beschreven soorten, in de Zes eerste deelen van den Atlas, bedraagt 506, t. w. 99 Labri, 74 Siluri, 100 Cyprini, 92 Muraeni, 12 Antennarii, 2 Ostraciones, 9 Gymnodontes, 13 Balistides, 41 Pleuronectides, 20 Scombresoces en 44 Clupei, Clupesoces en Sauridi.

Dit aantal van 506 is slechts de kleinste helft der totdusver door mij ontdekte vischsoorten. Ik heb het voorrecht gehad de wetenschap met meer dan 1300 nieuwe vischsoorten te kunnen verrijken. Ruim 200 dier soorten leven echter buiten den Indischen Archipel, in Japan, China, Siam, Bengalen, Ceylon, Madagascar, Guinea, Suriname, enz., zoodat ruim 1100 soorten voor Insulinde overblijven, waarvan ruim 500 in de eerste zes deelen van den Atlas plaats vonden.

Er blijven alzoo nog ruim 600 door mij ontdekte indisch-archipelagische soorten voor de volgende deelen van den Atlas over, waaruit ontwaard zal worden, dat dit werk niet, zooals bij den aanvang der uitgave begroot werd, in 30 afleveringen voltooid kan zijn. De reeds gepubliceerde platen van het Zevende deel, met inbegrip van die der binnen kort uit te geven 27e Aflevering, bevatten de afbeeldingen van nagenoeg 160 soorten, waaronder ruim een zeventigtal voor het eerst door mij

beschrevene. Zij behooren alle tot de afdeeling der Percae, welker beschrijvingen bestemd zijn den tekst uit te maken van de volgende drie afleveringen, waarmede het Zevende deel zal voltooid zijn.

De uitgaven van de 30 afleveringen, omvattende de zeven eerste deelen van den Atlas, is finantiëel verzekerd Mochten mij het leven en de krachten gegund worden, daarna nog aan de voltooiing van de uitgave te arbeiden, dan zal die voltooiing toch nog afhankelijk zijn van de beschikbare middelen. Ik vertrouw echter dat de ondersteuning der regeering, zoo onbekrompen toegestaan ter dekking van het belangrijke finantiëel tekort op de totdusver verschenen afleveringen, ook dan nog verder zal worden verleend.

Voorzoover het werk het licht ziet, met inbegrip der 27e aflevering, zijn daarin afgebeeld nagenoeg 1000 vischsoorten, waaronder ongeveer 570 door mij ontdekte. Als plaatwerk kan het alzoo thans reeds gezegd worden het meest omvangrijke te zijn van de bestaande werken over ichthyologie. Het groote werk van BLOCH bevat de afbeeldingen van ongeveer 520 soorten, en in de groote Histoire naturelle des Poissons van CUVIER VALENCIENNES komen de afbeeldingen voor van ongeveer 650 soorten. Het aantal in den Atlas ichthyologique afgebeelde soorten bedraagt alzoo thans reeds ongeveer 470 meer dan dat van het werk van BLOCH en ongeveer 350 meer dan dat van de groote Histoire naturelle des Poissons. Met de 28e aflevering, waarvan de afbeeldingen reeds op steen zijn gebracht, en die waarschijnlijk nog in den loop dezes jaars het licht zal zien, zal het aantal in den Atlas afgebeelde soorten tot ruim 1050 zijn geklommen en het cijfer der afbeeldingen van door mij ontdekte species tot ruim 600.

Hetzij mij nog vergund de aandacht der Afdeeling er op te vestigen, dat de Atlas ichthyologique zoodanig is ingericht, dat de vischen er familiesgewijze in worden behandeld, zoodat elk deel een in zich zelf gesloten geheel vormt en slechts eene enkele of een kleine groep familiën omvat, en als het ware als eene monografie of als eene verzameling van monografieën beschouwd kan worden. Wat alzoo de bewerkte familiën be-

treft, kan het werk als voltooid beschouwd worden. Ik heb aan deze inrichting de voorkeur moeten geven, met het oog op de mogelijkeid, zoo niet waarschijnlijkheid, dat een werk van zoo grooten omvang, na mijn lang verblijf in Indië en op mijn gevorderden leeftijd, allicht niet geheel ten einde zou kunnen worden gebracht. Ik heb daardoor althans reeds bereikt dat ik voltooide deelen van een groot geheel heb kunnen leveren.

P. BLEEKER.

# OVER DE DRUKKING,

# WAARONDER HET GAS DOOR GAS-BRANDERS

## GEVOERD MOET WORDEN,

DOOR

**P. L. RIJKE.**

Volgens het proces-verbaal van de vergadering der afdeeling Natuurkunde der Koninklijke Akademie van Wetenschappen op 28 Febr. 1874, heeft de heer STAMKART zich de vraag gesteld, „Hoeveel drukking wordt er voor het minst gevorderd, opdat, „ook zonder meter, door ieder gasbrander ongeveer 140 á 150 „liter gas per uur gevoerd worden?" en is het antwoord geweest: „volgens de verklaring van den heer TH. VAN DOESBURGH, „in overeenstemming met proeven in deszelfs fabriek bijge„woond, en volgens eigen waarnemingen, was daartoe ongeveer „0,7 Eng. duim of 17 à 18 mm. als minimum drukking „noodig."

Ik kan niet onderstellen, dat de Heer STAMKART de drukking heeft willen bepalen, die vereischt werd om 140 à 150 liters gas per uur te drijven door branders, ingericht, om er *minder* dan 140 à 150 liters per uur mede te verbruiken. Zoodanig onderzoek ware toch geheel doelloos geweest. Ik moet dus aannemen, dat de Heer STAMKART geëxperimenteerd heeft met gewone branders, die voor het genoemde gasverbruik bestemd

waren, en het is tegen het beweren, dat deze 17 à 18 millimeters drukking behoeven, dat ik meen te moeten opkomen.

Men weet, dat, wanneer een gasmeter, volgens de bepalingen der Engelsche wet beproefd wordt, de uitlaat in gemeenschap staat met eene gasgeleiding, op welke men eenige branders aansteekt, om zich te vergewissen, dat de meter behoorlijk licht geeft, en dat, wordt dit licht onvoldoende bevonden, het werktuig moet worden afgewezen. Nu is de werkelijke drukking in den gashouder 0,5 Eng. duim, dat is 12,7 millimeters. Trekt men daarvan af de drukking, noodig om de wrijving in de gasgeleiding, alsmede in den meter te overwinnen, dan vindt men, dat het gas voor de branders moet staan met eene drukking, die ongeveer de helft is van die, welke, volgens den Heer STAMKART, vereischt wordt, en neemt men dit met den Heer STAMKART aan, dan komt men tot deze gevolgtrekking: — bij elk der in Engeland beproefde gasmeters, die bij duizendtallen geteld worden, heeft men bij de beproeving getracht behoorlijk licht te verkrijgen — dat licht is nimmer verkregen geworden, want zulks was onder de gegeven omstandigheden onmogelijk — en toch heeft men er nooit iets van gemerkt; de lichtsterkte is altijd voldoende bevonden!

In de verordening, die de Regeering mij verzocht had te ontwerpen, wenschte ik natuurlijk zooveel mogelijk ronde getallen in metrieke maat op te nemen en daarom, in plaats van 12,7 millimeters, 10 millimeters voor de werkelijke drukking, waaronder de beproeving zou geschieden, voor te stellen. Vooraf echter heb ik zeker willen zijn, dat die drukking van 10 millimeters in de praktijk zou voldoen, en daarom, tijdens mijn verblijf in Engeland, aan verschillende deskundigen gevraagd, of men het met die drukking bij de beproeving zoo nauw moest nemen, of er des noods niet één tiende duim af zou kunnen genomen worden. Van allen heb ik hetzelfde antwoord ontvangen: zij zagen daarin geenerlei bezwaar. — Zou nu, ware de in Engeland aangenomen drukking te zwak bevonden, het antwoord niet een geheel ander geweest zijn?

Zoowel vóór als gedurende de enquête hier te lande, heeft geen der geraadpleegde belanghebbenden tegen de drukking van 10 millimeters eenige bedenking geopperd. Hoe is die terug-

houding te verklaren, zoo eene drukking van 17 à 18 millimeters (in den gashouder) nog niet voldoende is?

Doch er is meer. Heeft de heer STAMKART inderdaad eene zoo aanzienlijke drukking noodig gehad om 140 à 150 liters gas per uur door zijne branders te voeren, dan kan men met grond beweren, dat hij geëxperimenteerd heeft met voor den gebruiker schadelijke toestellen, die maar een gedeelte van het licht gaven, dat met beter ingerichte branders te verkrijgen is. Ik zal zulks bewijzen.

Verscheidene jaren geleden is er in Frankrijk eene commissie benoemd om uitspraak te doen omtrent moeilijkheden, gerezen tusschen de stad Parijs aan den eenen en de *Compagnie Parisienne pour l'éclairage et le chauffage par le gas* aan den anderen kant. Nadat deze commissie een gedeelte van hare taak had volbracht, zijn twee harer leden, de HH. DUMAS en REGNAULT uitgenoodigd, het onderzoek verder alleen voort te zetten. Deze hebben aan dit verzoek voldaan, en later de HH. AUDOUIN en BÉRARD, die hen bij hunne werkzaamheden behulpzaam waren geweest, gemachtigd de verkregen uitkomsten in den jaargang 1862 der *Annales de Chimie et de Physique* openbaar te maken.

Dat een arbeid, waaraan de naam van REGNAULT verbonden was, dadelijk groot gezag moest erlangen, was natuurlijk. Wie zou op experimenteel gebied als zijns gelijke durven op treden? Het stuk heeft dan ook spoedig zoodanige classieke waarde gekregen, dat het als hoogste autoriteit door ieder deskundige wordt ingeroepen. En wat leeren nu de genomen proeven omtrent de quaestie die ons bezig houdt? — Het volgende:

1°. Er bestaat voor elken brander eene drukking, waarbij het gas op de meest voordeelige wijze verbruikt wordt.

2°. Vergelijkt men onderling de uitkomsten, verkregen met verschillende branders, die onder de voor hen meest voordeelige drukking gewerkt hebben, dan vindt men, dat tot het verkrijgen van dezelfde lichtintensiteit, met de branders *waarbij het gas onder eene drukking van 2 à 3 millimeters stond, de* MINSTE *hoeveelheid gas vereischt werd.*

Het zal wellicht niet overbodig zijn hieromtrent in eenige nadere bijzonderheden te treden.

Ik zal in de eerste plaats eenige uitkomsten meedeelen, die met zoogenaamde *vleêrmuis*branders verkregen zijn. Ze zijn in de onderstaande tabel vervat. Men vindt in de eerste kolom de breedte van de spleten der branders, in de tweede de drukking, waaronder men het gas telkens moest brengen, om een gasdoorvoer van 140 liters per uur te verkrijgen, in de laatste kolom de bereikte lichtsterkte, waarbij die met de spleet 0,7 millimeter breed verkregen, als éénheid is aangenomen.

| Breedte der spleet. | Drukking. | Lichtsterkte. |
|---|---|---|
| 0,2 millimeters. | 30,3 millim. | 0,31 |
| 0,3 " | 12,6 " | 0,57 |
| 0,4 " | 6,3 " | 0,72 |
| 0,5 " | 4,3 " | 0,91 |
| 0,6 " | 2,8 " | 0,97 |
| 0,7 " | 2,5 " | 1,00 |
| 0,8 " | 2,0 " | 0,98 |
| 0,9 " | 1,1 " | 0,96 |
| 1,0 " | 1,0 " | 0,95 |

Men ziet, dat, worden er met deze soort van branders 140 liters gas per uur, onder eene drukking van 17 à 18 millimeters verbruikt, men nog niet de helft bekomen zal van het licht, dat met eene drukking van 2 à 3 millimeters te verkrijgen is.

Aan de vlammen van *waskaars*branders (*becs bougies*), die zooveel mogelijk moeten overeenkomen met de vlammen van wezenlijke waskaarsen, kan men bezwaarlijk eene grootere lengte dan van 100 millimeters geven. Raadpleegt men nu de volgende tabel, dan vindt men, dat, hoe geringer de drukking is, waaronder het gas door den brander wordt gevoerd, des te geringer de hoeveelheid gas is, noodig om eene hoeveelheid licht gelijk aan die eener Carcellamp, die 42 grammen olie per uur verbrandt, te verkrijgen.

HOOGTE DER VLAM 100 MILLIMETERS.

| Middellijn van de opening van den brander. | Berekende hoeveelheid gas noodig om de lichtsterkte eener Carcellamp te verkrijgen. | Drukking. |
|---|---|---|
| 1 millimeter. | 264 liters. | 11 millimeters. |
| 1,5 " | 211 " | 6 " |
| 2 " | 161 " | 2 " |
| 2,5 " | 155 " | 1 " |

Overeenkomstige resultaten zijn verkregen met *Argandsche* branders, waarbij het gas, zooals bekend is, vloeit uit eene ringvormige reeks van kleine openingen. De volgende tabel bevat de uitkomsten van proeven die genomen zijn met branders, voorzien van openingen, waarvan de middellijnen respectievelijk 0,6, 0,7, 0,9 en 1,1 millimeters groot waren.

AANTAL OPENINGEN 20.

| Middellijn der openingen. | Berekende hoeveelheid gas noodig om de lichtsterkte eener Carcellamp te verkrijgen. | Drukking. | Aanmerkingen. |
|---|---|---|---|
| 0,6 millimeter | 155 liters | 5 | |
| 0,7 " | 142 " | 3 | |
| 0,9 " | 130 " | 1 | |
| 1,1 " | 135 " | 0 | de vlam "walmt" |

Uit de aangevoerde proeven blijkt, dunkt mij, op afdoende wijze, dat, zal men met eene per uur te verbruiken hoeveelheid gas de voordeeligste uitwerking verkrijgen, de openingen der branders altijd zoodanige wijdte moeten hebben, dat er geene

grootere drukking, dan van 2 à 3 millimeters behoeft aangewend te worden om het gas met de noodige snelheid te doen uitvloeien. Nu weet ik wel dat men met gas, dat rijker is aan zwaar koolwaterstofgas, de voordeeligste werking bij eene eenigzins hoogere drukking te verwachten heeft, maar niemand zal beweren dat het verschil 14 à 15 millimeters kan bedragen. Men verlieze ook niet uit het oog dat, wanneer er meer zwaar koolwaterstofgas aanwezig is, men eene mindere hoeveelheid gas behoeft om dezelfde lichtintensiteit te verkrijgen.

OVER DE

# MECHANISCHE THEORIE VAN HET GELUID.

DOOR

C. H. C. GRINWIS.

Wanneer eene geluidgolf zich verbreidt wordt de lucht in een toestand gebracht, waar zij als draagster van arbeidsvermogen onder tweeërlei vorm optreedt. Zij bevat eene hoeveelheid potentiele energie in den vorm van zamengeperste of verdunde lucht en eene complementaire hoeveelheid actuele energie in den vorm van trillingen der luchtmoleculen. Deze beide hoeveelheden vormen te zamen de totale energie van het geluid.

Voornamelijk door onderlinge wrijving der luchtmoleculen, waarschijnlijk ook door tegenstand van den ether, wordt voortdurend een deel der energie van het geluid door een niet omkeerbaar proces in warmte of wellicht in andere energie omgezet.

Die omzetting zal zich dan vooral doen gevoelen, waar zich tegenstanden van anderen oorsprong voordoen, die de geluidgolf in hare verbreiding belemmeren en hare voortplanting wijzigen. Zij doet zich voor waar lichamen zich op den weg, volgens welke zich de trillende beweging voortplant bevinden en het geluid gedeeltelijk teruggeplaatst wordt; ook waar de geluidgolf gedwongen wordt door bepaalde kanalen te gaan, waar zij bij in- en uittreden noodwendig tegenstand ondervindt. Tal van zamengestelde verschijnselen kunnen zich dan voordoen, die eene mechanische behandeling der geluidbeweging uiterst moeijelijk maken.

Kan zich echter de geluidgolf vrij in de lucht verbreiden,

zoo zal het verlies aan geluidenergie een veel geringer zijn en zal de geluidgolf waarschijnlijk eerst op grooteren afstand van de geluidbron merkbaar gewijzigd zijn.

Wij hebben dan, althans bij benadering, een adiabatisch proces: in het deel van de golf, waar de lucht verdicht wordt, ontwikkelt zich warmte, doch bij verdunning in het andere deel verdwijnt eene equivalente hoeveelheid, zoodat de gemiddelde temperatuur der lucht door de voortplanting van het geluid niet gewijzigd wordt. De energie van het geluid verbreidt zich dan zonder verlies onder de beide vormen, die beurtelings in elkander worden omgezet.

Als eerste benadering tot de werkelijkheid heeft eene aandachtige beschouwing van dit hypothetisch geval niet te miskennen waarde — terwijl eene meer grondige behandeling van de mechanische theorie van het geluid, waarbij weerstand en dissipatie van energie in rekening worden gebracht, nog niet is kunnen gegeven worden, blijft die benaderde beschouwing de eenige, die voor de toekomstige meer volledige geluidleer in menig geval den grondslag vormt. Voornamelijk geeft zij een veel beter inzicht en scherper bepalingen omtrent de intensiteit van het geluid in verschillende punten der ruimte dan eenige andere wijze van behandeling geven kan.

Uit het bovengezegde blijkt intusschen dat er zich een groot aantal verschijnselen in de geluidleer voordoen, waarbij men zonder nader in te gaan op het eigenlijk physische van het verschijnsel niet verder komt.

Het eigenaardig nut van eene zuiver dynamische behandeling kan nu tevens hierin liggen op dit verschil in geluidverbreiding te wijzen en het scherper te doen uitkomen.

Gaan wij dan eerst na hoe zich de energie der geluidbeweging in hare beide hoofdvormen verbreidt in de vrije lucht en onderzoeken wij daarna de voortplanting in een cilindervormig kanaal.

Vooraf dienen wij uitdrukkingen te vinden, waardoor de actuele en potentiele energie eener trillende luchtmassa worden aangegeven.

Zoo als bekend is, is de beweging van het geluid in de

lucht eene zoodanige, die eene snelheidspotentiaal bezit. Zij van eene, in eene kleine ruime aanwezige geluidbron $\psi$ die potentiaal, N de normaal op het oppervlak.

$$\psi = \text{constante},$$

zoo zal als $\varrho$ de dichtheid in een luchtvolume $dv$, $\varrho_0$ de normale dichtheid, $\gamma$ de verdichting is, zoodat

$$\varrho = \varrho_0 (1 + \gamma)$$

de actuele of bewegingsenergie T in het volume $v$ bepaald worden door de levende kracht der in dat volume aanwezige luchtmassa, zoodat

$$T = \tfrac{1}{2} \int \varrho \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv$$

$$= \tfrac{1}{2} \varrho_0 \int (1 + \gamma) \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv \quad \ldots\ldots\ldots \text{(I).}$$

Voor de bepaling der potentiele energie E, die van zamendrukking of van verdunning der lucht is meerdere rekening noodig.

Zij wordt bepaald door den arbeid gevorderd om die zamendrukking of verdunning, adiabatisch, dat is zonder af- of toevoer van warmte te doen plaats hebben. Daar het hier niet de absolute energie, doch alleen die der verdichting of verdunning geldt, moet dus voor iedere luchtmassa genomen worden de absolute waarde der potentiele energie dier massa onder de aanwezige drukking $p$, verminderd met de potentiele energie die dezelfde massa onder den normalen druk $p_0$ bezit.

Is dan $\gamma$ de verdichting in een volume $S = v$ onder de drukking $p$, zoo kan men denken, dat de daarin aanwezige luchtmassa zich vroeger onder den normalen druk in een volume $S + V = v_0$ bevond en wij hebben:

$$\gamma = \frac{\varrho - \varrho_0}{\varrho_0} = \frac{S + V - S}{S} = \frac{V}{S}.$$

Terwijl als $k' = \frac{C}{c}$ de verhouding der beide soortelijke warmten voorstelt en $k' - 1 = \lambda'$, de door ons te bepalen energie in het volume $v$, uitgedrukt wordt door

$$E = \int_{V+S}^{S} -(p-p_0)\,dv = \int_{S}^{S+V} (p-p_0)\,dv = \int_{S}^{S+V} (v_0^{k'} p_0 \frac{dv}{v^{k'}} - p_0\,dv)$$

$$= \frac{v_0^{k'} p_0}{k'-1}(v^{1-k'} - v_0^{1-k'}) - p_0 V = \frac{v_0 p_0}{\lambda'}\left(\left(\frac{v_0}{v}\right)^{\lambda'} - 1\right) - p_0 V =$$

$$= \frac{p_0 (V+S)}{\lambda'}\{(1+\gamma)^{\lambda'} - 1\} - p_0 V,$$

dat is, als wij ons tot de tweede machten van $\gamma$ bepalen,

$$E = \frac{k' p_0}{2}\,\frac{V^2}{S} = \frac{k' p_0}{2}\,\gamma^2 S.$$

Wij krijgen dus analoog aan formule (I) voor de potentiele energie in een volume $v$, daar als $a$ de snelheid van het geluid, $a = \sqrt{\frac{p_0 k}{\varrho_0}}$

$$E = \frac{a^2 \varrho_0}{2} \int \gamma^2\,dv \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(II)}.$$

Daar $\gamma$ hier tot de tweede macht voorkomt, geldt deze formule zoo wel voor verdichting als verdunning. De bepaling van

$$\gamma = -\frac{1}{a^2}\,\frac{d\psi}{dt}$$

geeft telkens aan met welk geval wij te doen hebben.

De totale energie U van het geluid in een luchtvolume $v$ aanwezig, wordt dus bepaald door de vergelijking

$$U = T + E$$

$$= \tfrac{1}{2}\varrho_0 \int \left((1+\gamma)\left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 + a^2\gamma^2\right) dv \quad \ldots\ldots \text{(III)}.$$

In de gewone gevallen kan men $\gamma$ en de partiele differentiaal-quotienten van $\psi$ ten opzichte der coördinaten als kleine grootheden van dezelfde orde beschouwen, waardoor, wanneer wij ons, even als bij E, tot grootheden van de orde $\gamma^2$ bepalen,

$$T = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \int \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 dv \quad \ldots\ldots\ldots \text{(IV)}$$

en

$$U = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \int \left\{ \left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2 + \frac{1}{a^2}\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 \right\} dv \quad \ldots\ldots \text{(V)}.$$

Onderzoeken wij thans de beide soorten van energie der geluidbeweging, door een *gelijkmatig aangehouden* toon van $n$ trillingen per seconde in de lucht ontwikkeld.

1°. *Bij ongestoorde uitbreiding van het geluid in de lucht.*

Nemen wij weder aan, dat de geluidbron zich in eene kleine ruimte bevindt en van daar uit spherische golven zich verbreiden.

Wij hebben dan voor de potentiaal der geluidbeweging op een afstand $v$ van het centrum en op den tijd $t$

$$\psi = C\,\frac{\cos k(r - at)}{r}$$

waarin $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$, en $\lambda$ de golflengte, C eene constante, die eene directe functie is van wat met intensiteit van het geluid zou kunnen noemen.

Wij hebben dan voor de potentiele energie, daar

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{ka}{r} C \sin k(r - at)$$

$$E = \tfrac{1}{2}\varrho_0 \frac{k^2}{r^2} C^2 \int \sin^2 k(r - at)\, dv.$$

Bepalen wij nu E voor de ruimte tusschen twee bollen met de stralen $r$ en $r + \lambda$, zoo volgt, daar $dv = 4\pi r^2\, dr$,

$$E = 2\pi\varrho_0 k C^2 \int_r^{r+\lambda} \sin^2 k(r - at)\, dk(r - at).$$

Voor de integraaluitdrukking heeft men

$$\frac{1}{k}\Big\{-\sin k(r-at)\cos k(r-at)+k(r-at)\Big\}_r^{r+\lambda}$$

$$=\Big\{-\tfrac{1}{2}\sin 2k(r-at)+\tfrac{1}{2}k(r-at)\Big\}_r^{r+\lambda}=\tfrac{1}{2}k(r-at)_r^{r+\lambda}$$

$$=\tfrac{1}{2}k\lambda=\pi$$

dus

$$E=2\pi^2\varrho_0 kC^2=\frac{4\pi^2\varrho_0}{\lambda}C^2 \quad \ldots\ldots \quad (1).$$

Ter bepaling van T is het noodig de formule IV te transformeren.

Wij hebben dan als $ds$ een element van het oppervlak der ruimte is, waarvan $dv$ een volume-element vormt, en wanneer wij door $\Delta^2\psi$ de bekende korte-schrijfwijze voor

$$\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{d^2\psi}{dy^2}+\frac{d^2\psi}{dz^2}$$

verstaan, ingevolge het theorema van GREEN *).

$$\int\psi\Delta^2\psi\,dv=\int\psi\left(\frac{d\psi}{dN}\right)ds-\int\left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2dv$$

Daar nu in de punten der ruimte waar geen geluidbron is, †)

$$\Delta^2\psi+k^2\psi=0$$

volgt

$$-k^2\int\psi^2dv=\int\psi\left(\frac{d\psi}{dN}\right)ds-\int\left(\frac{d\psi}{dN}\right)^2dv$$

dus

$$T=\tfrac{1}{2}\varrho_0\int\psi\left(\frac{d\psi}{dN}\right)ds+\tfrac{1}{2}\varrho_0k^2\int\psi^2dv \quad \ldots \quad (VI).$$

---

*) Zie mijn opstel over de theorie der resonatoren. *Verst. en Meded.* Deel VII, blz. 221.

†) Zie HELMHOLTZ. BORCHARDT *Journal*. Bd. 57, S. 15.

Bepalen wij thans T voor dezelfde ruimte tusschen de boloppervlakken $r$ en $r + \lambda$.

Uit de gegevene waarde van $\psi$ volgt,

$$\frac{d\psi}{dN} = \frac{d\psi}{dr} = -C\,\frac{k\,r\sin k(r-at) + \cos k(r-at)}{r^2}$$

Verder zijn voor elk der boloppervlakken $\psi$ en $\frac{d\psi}{dr}$ contstant, dus wordt het eerste deel van T,

$$\tfrac{1}{2}\varrho_0 \int \psi\left(\frac{d\psi}{dN}\right) ds = 2\pi\varrho_0 C^2 \left\{-\cos k(r-at)\left(\frac{kr\sin k(r-at)+\cos k(r-at)}{r}\right)\right\}_r^{r+\lambda}$$

$$= \pi\varrho_0 C^2 \left\{-\frac{kr\sin 2k(r-at) + 2\cos^2 k(r-at)}{r}\right\}_r^{r+\lambda} = 0.$$

Voor het tweede deel van T volgt, daar weder $dv = 4\pi r^2 dr$,

$$2\pi\varrho_0 k C^2 \int_r^{r+\lambda} \cos^2 k(r-at)\, d.\, k(r-at)$$

$$= 2\pi\varrho_0 k C^2 \left\{+\tfrac{1}{4}\sin 2k(r-at) + \tfrac{1}{2}k(r-at)\right\}_r^{r+\lambda}$$

$$= 2\pi^2\varrho_0 k C^2 = \frac{4\pi^3\varrho_0}{\lambda} C^2$$

dus

$$T = \frac{4\pi^3\varrho_0}{\lambda} C^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

en

$$U = E + T = \frac{8\pi^3\varrho_0}{\lambda} C^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3).$$

Uit de vergelijkingen (1), (2) en (3) leiden wij belangrijke resultaten af:

1°. Blijkt, zooals zich verwachten liet, dat de energie in elke spherische golf constant is, wat ook de afstand van het centrum zij.

2°. Doet zich hierbij het merkwaardige geval voor, dat de totale energie gelijkelijk over de beide vormen, waaronder zij optreedt verdeeld is.

Beide resultaten gelden ten allen tijde, zoodat steeds evenveel energie het binnenvlak van den golf intreedt als het buitenvlak verlaat.

Zien wij nu wat er van de energie is voor kleinere schaalvormige ruimten dan die van eene golf.

Voor eene elementaire laag geeft form (IV)

$$dU = 2\pi\varrho_0 r^2 \left\{ \left(\frac{d\psi}{dr}\right)^2 + \frac{1}{a^2}\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 \right\} dr$$

dat is

$$dU = 2\pi\varrho_0 C^2 \left\{ \frac{(kr\sin k(r-at) + \cos k(r-at))^2 + k^2 r^2 \sin^2 k(r-at)}{r^2} \right\} dr$$

$$= 2\pi\varrho_0 C^2 \left\{ \frac{1 + kr\sin 2k(r-at) + (2k^2r^2-1)\sin^2 k(r-at)}{r^2} \right\} dr$$

$$= 2\pi\varrho_0 C^2 \left\{ \frac{1}{r^2} + \frac{2\pi}{r\lambda}\sin 2k(r-at) + \left(\frac{8\pi^2}{\lambda^2} - \frac{1}{r^2}\right)\sin^2 k(r-at) \right\} dr. \quad (4)$$

Uit deze formule blijkt duidelijk, dat de energie in elke elementaire schaal *niet* constant is; zij is zoowel functie van $r$ als van $t$.

Onderzoeken wij verder de energie in evenmatige deelen eener golfruimte — het ligt voor de hand de ruimte van $\frac{1}{4}$ golf als punt van uitgang te kiezen.

Dan geven de vroegere formulen:

$$E = 2\pi\varrho_0 k C^2 \int_r^{r+L} \sin^2 k(r-at)\, dk(r-at)$$

voor de integraal volgt

$$\left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{4}\sin 2k(r-at) + \tfrac{1}{2}k(r-at) \right\}_r^{r+\frac{\lambda}{4}}$$

of

$$\frac{1}{2}\sin 2k(r-at) + \frac{\pi}{4};$$

dus voor de vier deelen eener golf, gerekend van af het centrum,

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} + \sin 2k(r-at) \right\} \\ E_2 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} - \sin 2k(r-at) \right\} \\ E_3 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \pi + \sin 2k(r-at) \right\} \\ E_4 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} - \sin 2k(r-at) \right\} \end{aligned} \quad \ldots\ldots (5)$$

waaruit dus volgt dat E in eene halve golfruimte eene constante waarde heeft, doch de waarde in achtervolgende kwartgolfruimten met den tijd verandert.

Evenzoo vinden wij

$$T = 2\pi\varrho_0 C^2 \left\{ -\cos k(r-at) \left( \frac{kr \sin k(r-at) + \cos k(r-at)}{r} \right) - \frac{1}{4} k \sin 2k(r-at) + \tfrac{1}{2}k^2(r-at) \right\}_r^{r+\frac{\lambda}{4}}$$

of

$$T = \pi\varrho_0 C^2 \left\{ -\frac{3}{2} k \sin 2k(r-at) - \frac{1}{r}\cos^2 k(r-at) + k^2(r-at) \right\}_r^{r+\frac{L}{4}}$$

dat is voor de achtereenvolgende vierde golfruimten:

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} + \frac{3}{2} \sin 2k(r-at) \right\} \\ T_2 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} - \frac{3}{2} \sin 2k(r-at) \right\} \\ T_3 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} + \frac{3}{2} \sin 2k(r-at) \right\} \\ T_4 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \frac{\pi}{2} - \frac{3}{2} \sin 2k(r-at) \right\} \end{aligned} \quad \ldots\ldots (6)$$

en ook hier blijkt de waarde der energie constant voor elke halve golfruimte, veranderlijk voor een vierde golf.

Voor de totale energie $U = E + T$ vinden wij

$$\left.\begin{aligned} U_1 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \pi + \frac{5}{2} \sin 2k(r - at) \right\} \\ U_2 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \pi - \frac{5}{2} \sin 2k(r - at) \right\} \\ U_3 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \pi + \frac{5}{2} \sin 2k(r - at) \right\} \\ U_4 &= \frac{2\pi^2\varrho_0}{\lambda} C^2 \left\{ \pi - \frac{5}{2} \sin 2k(r - at) \right\} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (7)$$

Zoo wij dus de energie in eene geheele golf $U_0$ noemen, is de hoeveelheid, die $\frac{1}{4}$ golf bevat, steeds begrepen tusschen

$$\left(1 + \frac{5}{2\pi}\right)\frac{U_0}{4} \text{ en } \left(1 - \frac{5}{2\pi}\right)\frac{U_0}{4}$$

of tusschen

$$1.79 \left(\frac{U_0}{4}\right) \text{ en } 0.20 \left(\frac{U_0}{4}\right)$$

d. i. tusschen

$$\frac{9}{5} \left(\frac{U_0}{4}\right) \text{ en } \frac{1}{5} \left(\frac{U_0}{4}\right)$$

Uit (5) en (6) volgt tevens dat de veranderingen van E en T niet zoo groot zijn als die van U.

Terwijl wij voor de geheele golf vinden, dat de beide soorten van energie ten allen tijde gelijkelijk aanwezig zijn, geldt die ook voor de halve golf, niet voor de $\frac{1}{4}$ golfruimte.

T verandert het meest en wordt somtijds zeer klein; E verandert minder.

Noemen wij de waarde van E en T voor de geheele golfruimte $E_0$ en $T_0$, zoo hebben wij voor de maxima en minima van E en T in eene vierde golfruimte, gedurende iedere halve trilling

voor E: $\left(1+\frac{2}{\pi}\right)\frac{E_0}{4}$ en $\left(1-\frac{2}{\pi}\right)\frac{E_0}{4}$

of $1.636\left(\frac{E_0}{4}\right)$ " $0.363\left(\frac{E_0}{4}\right)$

" $\frac{13}{8}\left(\frac{E_0}{4}\right)$ " $\frac{3}{8}\left(\frac{E_0}{4}\right)$

voor T: $\left(1+\frac{3}{\pi}\right)\frac{T_0}{4}$ en $\left(1-\frac{3}{\pi}\right)\frac{T_0}{4}$

of $1.954\left(\frac{T_0}{4}\right)$ " $0.045\left(\frac{T_0}{4}\right)$

" $\frac{39}{20}\left(\frac{T_0}{4}\right)$ " $\frac{1}{20}\left(\frac{T_0}{4}\right)$

T bereikt dus bijna het dubbele der gemiddelde waarde en verdwijnt soms bijna geheel voor de ruimte eener $\frac{1}{4}$ golf, krijgt dan althans een zeer klein bedrag.

De intensiteit van het geluid in eenig punt der ruimte, bepaald door de energie in de eenheid van volume, is blijkens het voorgaande steeds omgekeerd evenredig aan het volume dat de geluidgolf inneemt op de plaats waar zich het punt bevindt.

Ten einde die grootheid te berekenen, hebben wij voor de grootte van den eersten spheer van het centrum

$$4/3\ \lambda^3\pi$$

of $4/3\,\pi = \alpha$ stellende, $\alpha\,\lambda^3$

voor de dan volgende 1e golf, $\alpha\,((2\lambda)^3-\lambda^3) = \alpha(2^3-1)\lambda^3$

voor de 2e " $= \alpha(3^3-2^3)\lambda^3$

voor de $p^e$ " $= \alpha((p+1)^3-p^3)\lambda^3$

$= \alpha(3p^2+3p+1)\lambda^3$

dus op een afstand $r$, daar dan $p\,\lambda = r$,

$$= \alpha\,(3r^2+3r\lambda+\lambda^2)\lambda$$

De energie per volume eenheid wordt dan

$$u = \frac{U}{V} = \frac{8\pi^3\varrho_0}{\lambda}C^2 : \alpha\,(3r^2+3r\lambda+\lambda^2)\lambda$$

$$= 6\pi^2\frac{\varrho_0 C^2}{(3r^2+3r\lambda+\lambda^2)\lambda^2} = \frac{2\pi^2}{r^2}\cdot\frac{\varrho_0 C^2}{\lambda^2}\cdot\frac{1}{1+\frac{\lambda}{r}\left(1+\frac{\lambda}{3r}\right)} \quad (8)$$

dat is, na ontwikkeling en rangschikking voor waarde van $\frac{\lambda}{r} < \frac{3}{4}$ of $r > \frac{4}{3}\lambda$,

$$u = \frac{2\pi^2}{r^2} \cdot \frac{\varrho_0 C^2}{\lambda^2} \left\{ 1 - \frac{\lambda}{r} + \frac{2}{3}\frac{\lambda^2}{r^2} - \frac{1}{3}\frac{\lambda^3}{r^3} + \text{enz.} \right\} \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

Uit (8) volgt, dat als $r$ zeer groot ten opzichte van $\lambda$ is,

$$u = \frac{2\pi^2}{r^2}\frac{\varrho_0}{\lambda^2} C^2 = \frac{A}{r^2\lambda^2} \quad \ldots\ldots (10),$$

dus omgekeerd evenredig aan de tweede macht van den afstand en aan de tweede magt der golflengte.

Voor niet groote waarden van $r$ is de werkelijke energie echter minder. Zij neemt nabij de geluidbron sneller af en wordt bijv. zoo $r = 10\,\lambda$,

$$u = \frac{300}{331} \cdot \frac{A}{r^2\lambda^2} = 0.906 \cdot \frac{A^2}{r^2\lambda^2}$$

Terwijl de energie, aanwezig in elke golf omgekeerd evenredig aan de golflengte is, wordt zij blijkens (10, voor elke volume-eenheid omgekeerd evenredig aan de tweede macht der golflengte. De lagere toonen worden dus bij gelijke waarde van C met den afstand meer verzwakt dan de hoogere. Uit de formule voor $\frac{d\psi}{dN}$ blijkt echter, dat nabij de geluidbron de levende kracht der trillingen evenredig is aan $C^2$.

Is nu C zelve evenredig aan $\lambda$, dus grooter voor lagere, kleiner voor hoogere toonen, zoo hebben toonen van verschillende hoogte nabij de bron levende krachten evenredig aan $\lambda^2$ en in dit geval is $u$ in (10) omgekeerd evenredig aan $r^2$ en heeft dezelfde waarde voor hooge en lage toonen.

Voor eene zelfde intensiteit op *zeer grooten* afstand wordt dus gevorderd dat de snelheid der luchttrillingen nabij de geluidbron voor verschillende toonen evenredig aan de golflengte is.

Doch ook in dat geval is blijkens (9) de intensiteit op *willekeurigen* afstand niet voor allen gelijk, wegens den factor

$$1 - \frac{\lambda}{r} + \frac{2}{3}\frac{\lambda^2}{r^2} - \frac{1}{3}\frac{\lambda^3}{r^3} + \text{enz.}$$

Ook hier zal eene grootere waarde van $\lambda$ de kleinste waarde van $s$ geven, zoodat wanneer ook de levende kracht voor verschillende toonen nabij de geluidbron evenredig aan $\lambda^2$ is, de lagere toonen steeds het meest verzwakt worden.

Zal dus de verzwakking voor alle toonen op den afstand $r$ dezelfde zijn, zoo moet de levende kracht der lagere toonen aanzienlijk vergroot worden en zal zij nabij de geluidbron evenredig moeten zijn aan de uitdrukking

$$(3r^2 + 3r\lambda + \lambda^2)\lambda^2 .$$

In ieder geval blijkt dus uit het vorige, dat het timbre van zamengestelde toonen in 't algemeen met den afstand verandert en dat bijv. bij snaarinstrumenten, bepaaldelijk bij die, waar de snaar geslagen of getokkeld wordt, zooals bij de piano en de guitaar, waar men volgens de rekeningen van HELMHOLTZ in staat is de intensiteit der partiaaltoonen van een zelfden grondtoon bij de geluidbron juist aan te geven, het timbre volgens eene gemakkelijk te vinden weg verandert, als de afstand grooter wordt.

Op een zelfden, tamelijken afstand van de bron zullen de lagere toonen relatief het meest verzwakt zijn; het geluid zal scherper wezen bij geringere totaalintensiteit dan bij de bron, daar de minder harmonische boventoonen relatief sterker zijn; naarmate echter de afstand tot de geluidbron grooter wordt, houdt dit verschil op en zal, al is het geluid dan veel verzwakt, daar de factor in (9) dan tot de eenheid nadert, hetzelfde zijn als daar, waar het geluid ontwikkeld wordt.

Dit laatste geldt de boventoonen van een zelfden grondtoon — worden echter door eenzelfde geluidbron toonen van verschillende hoogte voortgebracht, zoo zal de levende kracht der geluidbeweging niet kunnen worden aangegeven, tenzij de

levende kracht bij de geluidbron als eene bekende grootheid gegeven is en dit laatste is zeker lastig genoeg; zij laat zich in den regel niet zoo eenvoudig uit de voorhandene gegevens afleiden.

Wordt bij al die verschijnselen op het verlies aan energie van geluid, wegens wrijving der luchtdeelen of inwendige weêrstanden van welken aard ook, gelet, zoo zal blijkbaar de vermindering in energie met den afstand nog grooter zijn dan de formule (10) aangeeft.

Dat dus de intensiteit van het geluid omgekeerd is aan de tweede macht van den afstand tot de bron, is eene ruwe benadering, die ook al verwaarloost men het verlies door omzetting van geluid in andere energie, onjuist is en eene te groote waarde geeft; brengt men dien invloed in rekening, zoo wijkt men nog meer van dien eenvoudigen regel af.

2e. *Voortplanting in eene oneindige cilindervormige buis.*

Nemen wij een rechten cilinder aan van willekeurige doorsnede Q. Aan het eene einde wordt eene loodrecht op de as staande plaat harmonisch bewogen, (bijv. door die sluitplaat in verband te brengen met eene trillende stemvork); laat daardoor in de aan eene zijde oneindig verlengde buis een voortdurend aangehouden toon van $n$ trillingen in de seconde zich door golfvoortplanting uitbreiden.

Bepalen wij voor dit geval de energie der geluidbeweging in de buis; nemen wij dit grensvlak in den oorsprong, de buis in de richting der positieve $x$ as.

De potentiaal der luchtbewing zij

$$\psi = A \cos k (x - at),$$

welke aan de partiele differentiaalvergelijking voor het geluid

$$\Delta^2 \psi + k^2 \psi = 0.$$

voldoet.

Dan volgt

$$\frac{d\psi}{dt} = ak A \sin k(x - at) \qquad \frac{d\psi}{dx} = -A k \sin k(x - at)$$

derhalve

$$E = \varrho_0 \int \frac{1}{a^2}\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 dv = \frac{\varrho_0 k^2 Q A^2}{2}\int_0^x \sin^2 k(x-at)\,dx \ldots (11)$$

$$T = \varrho_0 \int \left(\frac{d\psi}{dx}\right)^2 dv = \frac{\varrho_0 k^2 Q A^2}{2}\int_0^x \sin^2 k(x-at)\,dx \ldots (12)$$

E en T zijn dus ten allen tijde gelijk.

$$U = E + T = \varrho_0 k Q A^2 \left\{ -\tfrac{1}{4}\sin 2k(x-at) + \tfrac{1}{2}k(x-at)\right\}_0^x$$

$$= \varrho_0 k Q A^2 \left\{ -\tfrac{1}{2}\sin kx\cos k(x-2at) + \tfrac{1}{2}kx\right\}$$

$$= \frac{\pi \varrho_0 Q A^2}{\lambda}\left\{\frac{2\pi}{\lambda}x - \sin 2\pi\frac{\pi}{\lambda}\cos\frac{2\pi}{\lambda}(x-2at)\right\}$$

Voor $x = \frac{\lambda}{4}$ volgt

Voor de 1e $\frac{1}{4}$ golflengte $U_1 = \frac{\pi\varrho_0 Q}{\lambda}A_2\left\{\frac{\pi}{2} - \sin 4\pi n t\right\}$.

Voor de 2e $\frac{1}{4}$ " $U_2 = \frac{\pi\varrho_0 Q}{\lambda}A^2\left\{\frac{\pi}{2} + \sin 4\pi n t\right\}$.

Voor de 3e $\frac{1}{4}$ " $U_3 = \frac{\pi\varrho_0 Q}{\lambda}A^2\left\{\frac{\pi}{2} - \sin 4\pi n t\right\}$. (13)

Voor de 4e $\frac{1}{4}$ " $U_4 = \frac{\pi\varrho_0 Q}{\lambda}A^2\left\{\frac{\pi}{2} + \sin 4\pi n t\right\}$.

Voor de geheele golf $U = \frac{2\pi^2\varrho_0 Q}{\lambda}A^2$ . . . . . (14).

Wanneer de buis *eindige* lengte heeft, doen zich andere verschijnselen voor en heeft $\psi$ een meer zamengestelden vorm.

Bepalen wij ten 3e de energie der luchtbeweging in een aan eene einde gesloten buis van $\frac{1}{4}$ golflengte, wier middellijn klein ten opzichte van $\lambda$ en waarin door uitwendige oorzaak eene onveranderlijke geluidbeweging is tot stand gekomen.

Wij hebben dan, ingevolge HELMHOLTZ, zoo wij grootheden van de orde $k^3 Q$, waarin Q de doorsnede der buis en $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ verwaarloozen, met staande golven in de buis te doen; als $\alpha$ de correctie van HELMHOLTZ voor den vorm der opening aangeeft, de as der buis met de $-x$ as zamenvalt, de opening in het $yz$ vlak ligt, terwijl $\psi$ de snelheidspotentiaal is.

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\psi}{dx} &= \frac{A}{\cos k\alpha} \cos k(k-\alpha) \cos 2\pi n t \\ \gamma &= \frac{A}{a \cos k\alpha} \sin k(x-\alpha) \sin 2\pi n t \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (15)$$

Nemen wij als eerste benadering, dat $\alpha$, die steeds eene kleine grootheid is, gelijk *nul* zij, dan zal

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\psi}{dx} &= A \cos kx \cos 2\pi n t \\ \gamma &= \frac{A}{a} \sin kx \sin 2\pi n t \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (16)$$

Terwijl

$$E = \frac{a^2 \varrho_0}{2} \int \gamma^2 dv = \frac{a^2 \varrho_0 Q}{2} \int \frac{A^2}{a^2} \sin^2 kx \sin^2 2\pi n t \, dx$$

$$= \frac{\varrho_0 Q A^2}{2} \sin^2 2\pi n t \int_{-\frac{\lambda}{4}}^{0} \sin^2 kx \, dx = \frac{\varrho_0 \pi Q A^2}{8k} \sin^2 2\pi n t$$

$$= \frac{\varrho_0 Q \lambda}{16} A^2 \sin^2 2\pi n t \, .$$

en

$$T = \frac{\varrho_0}{2} \int_{-\frac{\lambda}{4}}^{0} A^2 \cos^2 kx \cos^2 2\pi n t \, dv = \frac{\varrho_0 Q \lambda}{16} A^2 \cos^2 2\pi n t \, ,$$

dus

$$U = E + T = \varrho_0 \frac{Q\lambda}{16} A^2 \left\{ \sin^2 2\pi n t + \cos^2 2\pi n t \right\} = \frac{\varrho_0 Q \lambda}{16} A^2$$

Zoo men de normale luchtmassa in de buis

$$q_0 = \varrho_0 Q \frac{\lambda}{4}$$

invoert, volgt

$$U = q_0 \left(\frac{A}{2}\right)^2 \ldots\ldots\ldots (17)$$

Voert men de correctie $\alpha$ in, zoo geven de vergelijkingen (15) op dezelfde wijze

$$E = \varrho_0 \frac{Q\lambda}{16\cos^2 k\alpha} A^2 \sin^2 2\pi nt \qquad T = \varrho_0 \frac{Q\lambda}{16\cos^2 k\alpha} A^2 \cos^2 2\pi nt$$

$$U = \varrho_0 \frac{Q\lambda}{16\cos^2 k\alpha} A^2 = \frac{q_0}{\cos^2 k\alpha}\left(\frac{A}{2}\right)^2 \ldots\ldots (18)$$

Voor zuiver cilindrische, cirkelvormige buizen is $\alpha = \frac{\pi}{4} R$, $k\alpha = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\pi}{4} R = \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{R}{\lambda}$, als R de straal der cirkelvormige doorsnede.

Doch $\frac{R}{\lambda}$ is bij onderstelling eene zeer kleine grootheid, dus bij benadering $\cos^2 k\alpha = 1$ en de formule (18) gaat in (17) over.

*Utrecht*, April 1874.

# OVER DE GROEP DER DRYINIDEN

IN DE

## FAMILIE DER PROCTOTRUPIDEN,

MET BESCHRIJVING EENER NIEUWE SOORT.

DOOR

**S. C. SNELLEN VAN VOLLENHOVEN.**

Er is wel niets dat de studie der natuurgeschiedenis in haren voortgang meer belemmert dan de synonymie, voor zooverre zij een gevolg is van verkeerd duiden der woorden van voorgangers of van de lichtzinnigheid, die, zich niet bekreunende om den arbeid door anderen geleverd, waant dat een nieuw tijdperk van het door haar in 't licht gegevene af zal opdoemen en algemeen geëerbiedigd worden.

De eerste dezer feilen zoude ik de Germaansche, de tweede de Latijnsche willen noemen en meen bij de Engelschen, als natie van gemengd ras, beide fouten, doch in mindere mate te hebben opgemerkt. Beiden zijn overigens even sterk te misprijzen, daar het effect van beiden hetzelfde is.

Een van de treffendste voorbeelden zoodaniger synonymieverwarring levert ons de kleine groep der Dryiniden, in de aan soorten zoo rijke familie der Proctotrupiden. Een der voornaamste oorzaken van de verwikkeling is wel deze, dat de allereerst bekende soort, die waarop LATREILLE in 1804 het geslacht *Dryinus* vestigde en welke hij eerst in 1809 omstandig beschreef, sedert, gedurende meer dan eene halve eeuw, niet weder is teruggevonden; doch in de tweede plaats komen als oorzaken in aanmerking het verkeerdelijk duiden zijner opgave van character-kenmerken op verwante soorten en de lichtzin-

nigheid van eenige latere schrijvers, die, men zoude bijna zeggen willens en wetens, de namen van geslachten en soorten als een kaartspel hebben dooreengeschud.

In de laatste maanden is mijne aandacht hierop meer bijzonder gevestigd geworden, ten gevolge der belangrijke vondst eener voor de wetenschap nieuwe soort van *Dryinus*, welke ik in dit opstel denk te beschrijven. In staat gesteld op een enkel werk na, waarvan de hoofdinhoud mij toch uit een ander is bekend geworden, de geheele literatuur over deze groep na te slaan, heb ik mij in dien Daedalus begeven en wensch in dezen mijne bevinding mede te deelen.

Vooreerst echter een woord over de kenmerken der groep.

Volgens Dr. ARN. FOERSTER's *Hymenopterologische Studiën* bestaan zij daarin dat de achtervleugels van een lapvormig aanhangsel zijn voorzien, of waar de vleugels ontbreken, de voortarsen bij de wijfjes met grijphaken gewapend zijn. Op deze bepaling zijn gegronde aanmerkingen te maken; ten eerste heeft de afbeelding van *Dryinus tarraconensis* MARSH. ons geleerd dat een gevleugelde Dryinus niet altijd lapvormige aanhangsels aan de achtervleugels bezit; terwijl zij ook bij *Aphelopus* nu en dan schijnen te ontbreken; ten andere kan men uit de redactie der woorden de onjuiste veronderstelling afleiden, dat de voortarsen bij de gevleugelde wijfjes altijd eenvoudig zouden zijn.

Volgens HALIDAY en FR. WALKER zijn de kenmerken der groep deze: de achtervleugels zijn gelobt; de kop is breeder dan lang; de sprieten tellen tien leedjes bij beide sexen.

Volgens C. G. THOMSON, een der laatste schrijvers over deze groep van Hymenoptera zijn hare kenmerken nog meer zamengesteld en wel deze: sprieten in beide sexen van 10 leedjes, bij het wijfje draadvormig of aan het einde iets verdikt, bij den man borstelvormig, zachtharig; bij beiden boven het kopschild ingeplant, regt of weinig gebogen, terwijl hun schaft korter is dan de kop. Bovenkaken gewoonlijk van 3 tandjes voorzien. Onderkaaksvoelers verlengd, draadvormig. Achterlijf met ware geledingen, het eerste lid naar voren in een steeltje eindigend. Pooten verlengd, alle tarsen van 5 leedjes, waarvan het eerste aan de basis uitgebogen is.

Al deze laatste schrijvers vermelden het karakter der grijp-

klaauwen niet, waarschijnlijk omdat zij bij het geslacht *Aphelopus* DALM., dat tot deze groep behoort wat ligchaamsvorm en aderstelsel betreft, ontbreken. Ondertusschen schijnt het mij wel degelijk een der voornaamste karaktergevende kenmerken en ik zou wenschen het te behouden, evenzeer als dat aan de breedte van den kop ontleend. Het genoemde genus zou dan als een afdwalend geslacht beschouwd moeten worden, meer naast de groep staande, dan er toe behoorende, welke zienswijze naar mijne meening zeer goed strookt met eene zuivere beschouwing van de systematische verdeeling der dieren en planten. Reeds voorlang toch heeft men opgemerkt dat de natuur geene sprongen maakt en evenmin snijdt zij familiën en groepen met scherpe grenslijnen af, waardoor eene kloof tusschen de eene en andere ontstaan zou. Integendeel men kan overal waarnemen dat de natuur alle scherpe kanten voortdurend afrondt en om zoo te zeggen de grillige kleuren, wanneer zij naast elkander komen te staan, wegdommelt, ten gevolge waarvan men tusschen twee groepen of familiën ligtelijk een of meer genera aantreft, die de kenmerken der eene met een enkel kenmerk der andere vereenigen.

Ik wensch dus voor de groep der Dryinen deze volgende kenmerken aangenomen te zien, ofschoon zij niet volkomen op alle soorten der groep van toepassing zijn: sprieten van 10 leedjes in beide sexen; kop meer breed dan lang; achtervleugels gelobd; voortarsen bij de wijfjes van grijphaken voorzien.

Nu tot de geschiedenis der synonymische verwarring overgaande, herinner ik dat de eerste kennis van eene enkele soort uit de groep dateert van 1804, toen LATREILLE in zijne *Histoire naturelle des Crustacés et des Insectes*, vol. 13, p. 228 *Dryinus formicarius* voor het eerst beschreef, eene onvoldoende, beschrijving naar een verminkt voorwerp, welke hij vijf jaren later in zijne *Genera Crustaceorum et Insectorum* (Deel IV, blz. 39) verbeterde en aanvulde. Ook gaf hij toen in de 12de plaat bij fig. 6 eene afbeelding van dit insect, die echter veel te wenschen overlaat.

In 1807 werd door LJUNGH in WEBER und MOHR's *Beytraege zur Naturkunde* Th. 2 een ander, doch verwant insect uit dezelfde groep *Gonatopus formicarius* genoemd, 't zij met, 't zij zon-

der kennis aan den naam van LATREILLE. Ofschoon nu in 1818 DALMAN in de *Acta Holmiana* ditzelfde dier van LJUNGH onder den naam van *Gonatopus pedestris* beschreef, gaf dit gebruik van dezelfde specifieke benaming voor twee verschillende diersoorten toch de eerste aanleiding tot de verwarring. Dezelfde DALMAN toch gaf in 1823 in zijne *Analecta* eene beschrijving uit van het geslacht *Dryinus*, 't welk hij vereenzelvigt met hetgeen vroeger door hem en LJUNGH *Gonatopus* genoemd was, waardoor hij nu verkreeg een *Dryinus formicarius* LJUNGH, verschillend van *Dryinus formicarius* LATR. en gelijk aan *Gonatopus pedestris* DALM. Hij voegde bovendien in dat geslacht Dryinus vele soorten bij elkander, die beter in twee of drie geslachten verdeeld waren geworden, gelijk men dit later heeft gedaan.

Daar nu de *Dryinus formicarius* van LATREILLE, een uiterst zeldzaam insect, niet meer gevonden was, en zijn typisch voorwerp waarschijnlijk vergaan, trad de *Dryinus formicarius* LJUNGH daarvoor in de plaats en de eerstgenoemde werd vergeten.

Aangezien echter de groote Fransche entomoloog aan het eind zijner beschrijving spreekt van gevleugelde en ongevleugelde wijfjes, zoo is het altijd nog mogelijk, dat hij zelf onder de voorwerpen van zijn Dryinus form. ook anderen van Gonatopus pedestris, die steeds ongevleugeld zijn, verward heeft en dan zou de eerste aanleiding tot de latere vermenging der species ook bij hem te zoeken zijn.

Men moet ondertusschen wel in het oog houden, dat van al de door DALMAN in de *Analecta* beschreven soorten van *Dryinus* er geen enkele een Dryinus is in den geest van LATREILLE.

In 1828 gaf vervolgens CURTIS in zijne *British Entomology* eene afbeelding en beschrijving van *Dryinus cursor* HAL. uit, waarin hij vooreerst *Dryinus* voor hetzelfde geslacht houdt als *Gonatopus*, doch bovendien eenige nieuwe soorten kortelijk beschrijft, die wederom niet allen in het Latreillaansche geslacht schijnen te passen. Erger echter maakte het in 1834 NEES VAN ESENBECK in zijne *Hymenopterorum Ichneumonibus affinium Monographiae*, vol. 2°; niet alleen toch deelde hij het geslacht *Dryinus* van DALMAN in tweeën, behield dien naam voor de ge-

vleugelde soorten en kende dien van *Gonatopus* aan de ongevleugelden toe, maar hij vermengde onder dit laatste genus ook eenige soorten, welke bepaaldelijk tot de familie der Graafwespen behooren.

Drie jaren later verscheen in het vierde deel van het *Entomological Magazine* *) van de hand van FRANCIS WALKER een opstel over Dryinidae, waarin hij deze groep weder in 3 afdeelingen verdeelt, waarvan echter alleen de eerste volgens hem in waarheid geregtigd is tot het dragen van den naam Dryinidae; de tweede afdeeling bestaat uit het geslacht *Embolemus* WESTW., waarover straks, en de derde uit het geslacht *Epyris* WESTW., dat kennelijk tot de groep der Bethyliden behoort. In de eigenlijke Dryinidae neemt WALKER vier genera aan, namelijk:

1° *Dicondylus* HALIDAY, een nieuwe naam voor de soort eerst door DALMAN *Dryinus formicarius*, later door hem *Dr. pedestris* genoemd; 2° *Dryinus* LATR. waarin echter de eenige soort van LATREILLE niet vermeld wordt, maar wel de meesten uit de optelling van DALMAN; 3° *Aphelopus* DALM. zijnde de tweede sectie van zijn geslacht Dryinus uit de *Analecta* en 4° *Labeo* een nieuw geslacht van HALIDAY.

De verwarring scheen nu ten top gestegen en het scheen moeijelijk de orde te herstellen. Eene gelukkige poging daartoe deed de laatstgenoemde entomoloog reeds in het volgende jaar door het plaatsen van eene „Note on Dryinus" in het 5de deel van het *Entomological Magazine* (p. 515). In deze korte noot herstelt hij het oude genus *Dryinus* van LATREILLE, doch behoudt den naam *Dicondylus* voor de ongevleugelde soorten daarvan, blijft ook het genus *Embolemus* in deze groep behouden en voegt er twee nieuwe geslachten bij *Chelogynus* en *Antaeon*, beide geheel door hem ontdekt (indien ik dat woord hier gebruiken mag), ofschoon de naam *Anteon* reeds bij JURINE, *Nouvelle methode de classer les Hymenoptères et les Diptères* voor een geslacht van Hymenoptera, waarvan echter geene enkele soort beschreven of afgebeeld werd, voorkomt.

Vreemd zou het ons voorzeker schijnen, dat de scherpzinnige WESTWOOD, de grootste entomoloog van het midden dezer eeuw,

*) Blz. 411.

in de Generic Synopsis achter zijn *Introduction to the modern Classification of Insects*, deze zaak niet tot klaarheid had gebragt, indien wij niet wisten dat juist het schrijven van dit gedeelte der Synopsis door hem aan HALIDAY was toevertrouwd, op wiens doorzigt hij dus in dit geval een te sterk vertrouwen stelde.

Eindelijk echter werd de taak, door WESTWOOD ongelukkiglijk veronachtzaamd, met groote belezenheid en doorzigt opgevat en ten einde gebragt door Prof. Dr. A. FÖRSTER uit Aken.

In de tweede aflevering van zijne merkwaardige *Hymenopterologische Studiën* scheidt hij niet alleen de groep der Dryniden, gelijk wij hierboven gezien hebben, van de verwandte groepen af, maar geeft ook op bladz. 90 een analytisch schema der daartoe behoorende geslachten. Hij bouwt voort op de grondslagen van HALIDAY, erkent het ware Genus *Dryinus* van LATREILLE, herstelt den naam *Gonatopus* Ljungh in plaats van dien van *Dicondylus*, welke van lateren datum is, voegt een nieuw geslacht *Mystrophorus* bij de anderen en scheidt daarentegen het geslacht *Embolemus* uit de groep af, op grond van de inplanting der sprieten op een vooruitstekend gedeelte van den schedel en van het ongelijke getal der leedjes in de voelsprieten bij beide sexen. De juistheid dezer zienswijze erkennende, mogen wij er gerustelijk bijvoegen, dat er zeker nog wel meer even goede onderscheidingskenmerken bij te vermelden zouden zijn. Het geslacht *Epyris* van WESTWOOD wordt door hem, gelijk logisch is, onder de Bethyloiden opgenomen.

Het werk van FÖRSTER dagteekent van 1856; men zou dus vermoeden, dat het bij de Scandinavische entomologen in 1860 wel bekend zou geweest zijn; ondertusschen verscheen in den jaargang 1860 van het overzigt der werkzaamheden van de Kon. Zweedsche Academie een opstel van C. G. THOMSON *over de Zweedsche Pteromalinen* (voortzetting van vroegere jaargangen), waarin hij den tribus der „Dryinini" behandelende, blijken geeft FÖRSTER's arbeid in het geheel niet te kennen en geene andere schrijvers aanhaalt dan DALMAN, LJUNGH en NEES VAN ESENBECK. Zijn geslacht *Dryinus* is dan ook in het geheel niet het gelijknamige van LATREILLE, noch dat van HALIDAY, noch dat van FÖRSTER; het bevat 12 soorten, waarvan er 4 tot *Chelogynus*

HAL. behooren en 2 tot *Anteon* JUR., terwijl de overigen — nieuwe soorten — waarschijnlijk mede tot Chelogynus moeten gebragt worden. Zijn geslacht *Aphelopus* is dat van DALMAN en zijn geslacht *Gonatopus* bevat 5 soorten, waarvan een de bekende *pedestris* en de overige sterk uitgeholde schedels bezitten, waardoor zij zeer zeker overeenkomen met en moeten gerekend worden tot het geslacht *Dryinus* van LATREILLE.

Om nu eindelijk de verwarring nog te vergrooten heeft LEOP. KIRCHNER in 1867 in zijn *Catalogus Hymenopterorum Europae* ofschoon hij zich kennelijk aan FÖRSTER's studiën gehouden heeft wat het aantal en de namen der geslachten betreft, toch niet minder dan 31 soorten van het geslacht *Dryinus* opgesomd. Men begrijpt van zelf dat de meesten er niet in waarheid toe behooren; een bewijs van de uiterste slordigheid in behandeling is b. v. dat zijne 5e soort *Dryinus collaris* DALM., weder aan het hoofd van het 5e daarop volgende geslacht als *Chelogynus collaris* DALM. voorkomt *).

Ziedaar den toestand. Om den Augiasstal te reinigen, moet men tot HALIDAY en FÖRSTER terugkeeren, evenwel niet onvoorwaardelijk, omdat de eerste niets geeft dan eene analytische tabel der genera zonder eenige nadere verklaring, zoodat men zelfs niet weet of hij den *Dryinus formicarius* LATR., op wiens kennis zooveel aankomt, in natura voor zich gehad heeft, en omdat de tweede, die een bijzonder groot vriend is van het maken van verdeelingen en het vormen van genera, waarschijnlijk in dezen te veel aan zijne neiging heeft toegegeven.

FÖRSTER's eerste verdeeling heeft betrekking op het voorhoofd, of dit concaaf is of convex. De soorten met concaaf voorhoofd vormen bij hem de geslachten *Dryinus* LATR. en *Gonatopus* LJUNGH, welke onderscheiden worden door het bezit of gemis van vleugels. Naar mijne meening kunnen beide gerust vereenigd worden; het ontbreken van vleugels is geen goed generiek kenmerk. Opkweeking uit de larven heeft o. a. bewezen,

---

*) De geheele catalogus wemelt van onnaauwkeurigheden; zoo vind ik in de kleine subfamilie Embolemidae, 8 soorten rijk, twee fouten, namelijk Embolemus Raddii voor Ruddii en gen. Myrmecophorus WESTW. voor Myrmecomorphus WESTW.

dat de geslachten *Hemitelcs* en *Pezomachus* van GRAVENHORST vereenigd moeten worden, daar in het eerste de gevleugelde mannetjes voorkomen van de ongevleugelde wijfjes van het tweede. LATREILLE zegt dat hij van zijn *Dryinus formicarius* gevleugelde en ongevleugelde wijfjes bezat en ofschoon het, gelijk wij boven aanmerkten, mogelijk is, dat hij daaronder *Dryinus pedestris* DALM. verwarde, zoo is dit toch niet onvoorwaardelijk aan te nemen en zal wel nimmer bewezen kunnen worden.

In FÖRSTER's tweede afdeeling met niet uitgehold voorhoofd komen 5 genera voor. Daarvan is het eerste *Labeo* op een goed kenmerk gevestigd, doch het tweede en het derde *Chelogynus* en *Anteon* zijn niet door zulke scherpe kenmerken van elkander afgescheiden, dat zij afzonderlijk kunnen blijven bestaan. Het verschil zou moeten gelegen zijn in de betrekkelijke lengte van de beide voorlaatste tarsenleedjes bij de wijfjes en in de lengte van het pronotum in vergelijking van het mesonotum bij beide sexen. Wie verschillende soorten dezer dieren met elkander heeft vergeleken, zal mij toegeven, dat de genoemde kenmerken vrij gezocht schijnen, met het doel om het geslacht *Chelogynus* ter wille van den goed gekozen naam niet voor dat van *Anteon* of *Antaeon* prijs te geven. HALIDAY zelf schijnt in 1838 de twee genera nog niet onderscheiden te hebben en de door hem opgegeven kenmerken worden door FÖRSTER afgekeurd, die er anderen, welke evenwel even onzeker en onduidelijk zijn, voor in de plaats stelt.

FÖRSTER's zesde genus *Mystrophorus* is naar eene onbeschreven soort opgesteld, welk insect van het vrouwelijke geslacht zou zijn en geene grijptarsen aan de pooten zou hebben. Het vormen van geslachten zonder gelijktijdig beschrijven der typische soort is eene sterk af te keuren handeling, daar zij de wetenschap geene enkele schrede vooruit brengt en aan vergissingen de deur wagenwijd open zet. RUTHE meende het geslacht *Mystrophorus* te mogen erkennen in zeker ongevleugeld, doch met vangklaauwen voorzien insect bij Berlijn gevangen *), doch

*) Vergelijk *Berliner Entomologische Zeitung* voor 1859 en daar in het opstel van J. F. RUTHE, über A. FÖRSTER's *Systematik der Proctotrupier*, p. 120.

om dit aan te nemen moest hij tevens aannemen, dat FÖRSTER zich in de sexe van zijn insect vergist had, 't geen dan een mannetje zou wezen, en bovendien moest hij het kenmerk van de korte, lepelvormige vleugels over het hoofd zien. Mijns inziens moet het geslacht *Mystrophorus* als niet bestaande worden aangemerkt, zoo lang er geen soort van beschreven is, die met de kenmerken door FÖRSTER opgegeven, overeenstemt. Het laatste geslacht in de tabel van FÖRSTER *Aphelopus* DALM. is een eenigzins afwijkend geslacht, gelijk wij boven zagen.

Resumeerende behouden wij slechts de volgende genera:

| | |
|---|---|
| *Dryinus* LATR. | *Antaeon* JUR. |
| *Labeo* HAL. | *Aphelophus* DALM. |

Het eerste is vereenigd met *Gonatopus* LJUNGH, het derde met *Chelogynus* HAL.

In het eerste geslacht *Dryinus* staat voorop de Latreillaansche soort, welke zoo zeldzaam is, dat er slechts twee of drie exemplaren van bekend zijn, een van welken zich bevindt in de zeer rijke verzameling van Prof. FÖRSTER te Aken. Ik heb het voorregt gehad dit insect van hem op bezien te erlangen en heb er eene afbeelding in omtrek van gemaakt, welke in plaat verschenen is in mijne „Schetsen, ten gebruike bij de studie der Hymenoptera" N°. IV, Plaat 12. Naauwkeurige afbeeldingen, ook wanneer zij slechts omtrekken geven, zijn mijns inziens onmisbaar tot herkenning van geslachten en soorten en $^{7}/_{10}$ van de verwarring heden ten dage in de systematiek bestaande, zoude voorkomen zijn, indien de entomologen in het algemeen even goed met de teekenstift als met de schrijfpen hadden weten om te gaan. In de orde der Lepidoptera heerscht minder verwarring dan in de overigen, 't geen kennelijk daaraan toe te schrijven is dat er veel meer plaatwerken over vlinders bestaan, dan over insecten van andere orden.

Eene tweede soort is de *Dryinus tarraconensis* van MARSHALL, beschreven en afgebeeld in *the Entomologist's Monthly Magazine* voor Februarij 1868 *). Deze bezit slechts korte vleu-

*) Vol. IV, pag. 204.

geltjes, die het achterlijf niet bedekken en waarvan de zeer kleine ondervleugels niet gelobd zijn.

Eene derde soort is de *Dryinus pedestris* DALM., die echter eenigzins afwijkt doordien het voorhoofd niet zoo diep is uitgehold als bij de vorige.

Of *Gonatopus pilosus*, *formicarius*, *lunatus* en *flavicornis* van THOMSON tot het geslacht *Dryinus*, zoo als wij het opvatten, te rekenen zijn, zou ik niet durven beslissen; ik vermoed echter dat het zoo is.

Ook zou ik zeer geneigd zijn den *Mystrophorus formicaeformis* van RUTHE daarin op te nemen, indien de vorm van het voorhoofd als uitgehold beschreven werd; RUTHE echter bewaart daaromtrent het stilzwijgen, 't geen mij doet veronderstellen, dat dit convex was.

Met volkomen zekerheid echter, neem ik er in op eene nieuwe soort, door mijnen vriend RITSEMA, thans mijn opvolger aan 's rijks museum van natuurlijke historie, in de maand Julij aan de Vogelenzang bij Haarlem gevangen, en die ik nu zal beschrijven.

## DRYINUS SPECTRUM m.

*Dryinus apterus, luteus, nitidus, pedibus valde teretibus, metathorace ochraceo maculis duabus fuscis.* ♀ 2,5 mm.

Dit kleine insect van weinig meer dan 2 millimeter lengte, is bruinachtig geel van kleur, onbehaard, zeer glanzig, vooral op den schedel en het achterlijf. De kop is tweemaal breeder dan de prothorax, smaller aan den achterrand dan van voren, op het voorhoofd zeer diep uitgehold en aldaar, zoo het schijnt, van eene fijne gleuf doorsneden; midden op den schedel staan de 3 kleine, zwarte ocellen in een driehoek digt bijeen. De onderzijde van den kop is eenigzins bol; de monddeelen zijn van dezelfde kleur als die onderzijde. De oogen zijn groot, ovaal en naar voren sterk uitpuilend, schier pyramidaal, in het leven goudgroen, na den dood zwart.

De sprieten zijn zoo lang als de thorax, slank met de beide eerste leedjes en de eindleden iets dikker, het derde tweemaal

langer dan het tweede en bijzonder dun; de toppen van allen en het geheele laatste iets verbruind.

Het borststuk is zeer slank en schijnt uit twee knoopen te bestaan, waarvan de eerste gevormd wordt door pro- en mesothorax, de andere door den metathorax. De prothorax is vrij kort, zeer eng bij de aanhechting van den kop en schijnt op den rug gezien, half cirkelvormig; de mesothorax is aan de voorzijde van een' dikken zoom voorzien en loopt naar achteren smal toe; zijne lengte over den rug is tweemaal zoo groot als die van den prothorax. De metathorax, die zoo lang is als deze beiden te zamen, begint met een halsvormig gedeelte en zet zich daarna peervormig uit; dit laatste gedeelte is rooder van kleur, dwarsgerimpeld en vertoont aan het einde twee naast elkander geplaatste ronde donkerbruine vlekjes.

Het achterlijf, met een smal, zwart steeltje aan den thorax vastgehecht, is bij uitnemendheid glanzig en veel breeder dan de metathorax, doch smaller dan de kop. De tweede ring schijnt mij toe veel langer dan de derde, dit is echter aan mijn voorwerp niet duidelijk te herkennen, doordien de ringen onnatuurlijk in elkander zijn geschoven, waarschijnlijk in doodskramp, waarbij ook de eijerlegger ver buiten het achterlijf is uitgestoken.

De pooten zijn licht honiggeel van kleur, zeer slank en dun, behalve aan de voordijen, die bijzonder dik zijn en de basis der overige dijen, die ongeveer knodsvormig zijn, gelijk de dij van sommige soorten van LOCUSTIDEN. De voorheupen zijn draadvormig slank, de voortarsen van grijpklaauwen voorzien.

Het ware zeer te wenschen, dat van deze merkwaardige soort nog een tweede wijfje gevangen werd, zoodat men een dier beide voorwerpen zou kunnen onderwerpen aan het naauwkeurig onderzoek dier grijpklaauwen en vooral van den legboor, welke mij voorkomt in vorm eenigzins van dien der parasitische Hymenoptera af te wijken.

Omtrent de levenswijze dezer diersoort kan ik geene mededeeling doen en evenmin iets zeggen omtrent het mannetje, dat misschien gevleugeld is, even als dat van *Dryinus formicarius* LATR.

In het bovenstaande Opstel is sprake geweest van het geslacht *Embolemus*, door Prof. WESTWOOD gekarakteriseerd en onder de Dryiniden, of zoo als hij die noemt, de Gonatopiden geplaatst, later door Prof. FÖRSTER daarvan afgescheiden, die daarop zelfs eene afzonderlijke familie der Embolemiden grondde. In deze kleine familie (liever *groep*) plaatst hij als tweede genus het geslacht *Pedinomma* en voegt er bij, dat hij meent, dat dit iedentiek zal zijn aan WESTWOOD's genus *Myrmecomorphus*, 't geen hij slechts uit een zeer korte opgaaf van AUG. BRULLÉ kent. Den naam Pedinomma handhaaft hij op grond, dat er reeds in de orde der Diptera een geslacht *Myrmemorpha* bestaat. Daargelaten dat Myrmemorpha even weinig tegen de regelen der Grieksche woordvorming zondigt als het oude en welbekende *Myrmeleon*, zoo is nog niet duidelijk, indien al die naam verbeterd moest worden in Myrmecomorpha, waarom niet twee genera met denzelfden naam in twee verschillende orden van insecten zouden kunnen worden geduld.

Zelden toch zal men gevaar loopen van zich te vergissen en, bij eenig schrijver iets omtrent een van beiden lezende, de zaak op het verkeerde genus toe te passen, omdat de persoonlijkheid van den schrijver en zijne studiën, of de aard van het boek of wel de mededeeling zelve wel altijd genoeg aanduiding zal aanbieden om te onderscheiden of er sprake is van eene sluipwesp of eene vlieg.

Dan deze benamingsquaestie daarlatende, wilde ik slechts mededeelen, dat mijns inziens het geslacht *Pedinomma* volkomen identiek is met *Myrmecomorphus* van WESTWOOD. Ik bezit namelijk een Zwitsersch voorwerp van *Myrmecomorphus rufescens* WESTW., waarvan de door mij vervaardigde afbeelding aan den Oxforder hoogleeraar toegezonden is en verklaard te zijn overeenkomstig met zijne Engelsche voorwerpen van genoemde soort; alleen bezaten dezen rudimenten van vleugels, waarvan het Zwitsersche exemplaar geen spoor vertoonde.

Mijn voorwerp nu past ook geheel op de genus-beschrijving van FÖRSTER met dit verschil (daargelaten dat ook FÖRSTER van rudimentaire vleugels spreekt) dat volgens hem *Pedinomma* zeer kleine, schier onzigtbare, ocellen bezit, terwijl mijn voorwerp die evenmin vertoont als de voorwerpen van WESTWOOD.

FÖRSTER geeft geen soortsnaam op en geene beschrijving der soort; of WESTWOOD eenige andere beschrijving van zijn *M. rufescens* gegeven heeft, dan in zijn *Generic synopsis* aan het einde der *Introduction to the modern Classification* bleek mij niet. Wegens de zeldzaamheid der soort heb ik gemeend den lezer van dit opstel eene dienst te bewijzen door het geven van eene vergroote afbeelding, te meer daar de soort in mijne reeds eenmaal genoemde schetsen ontbreekt.

Sept. 1878.

---

## VERKLARING DER FIGUREN.

---

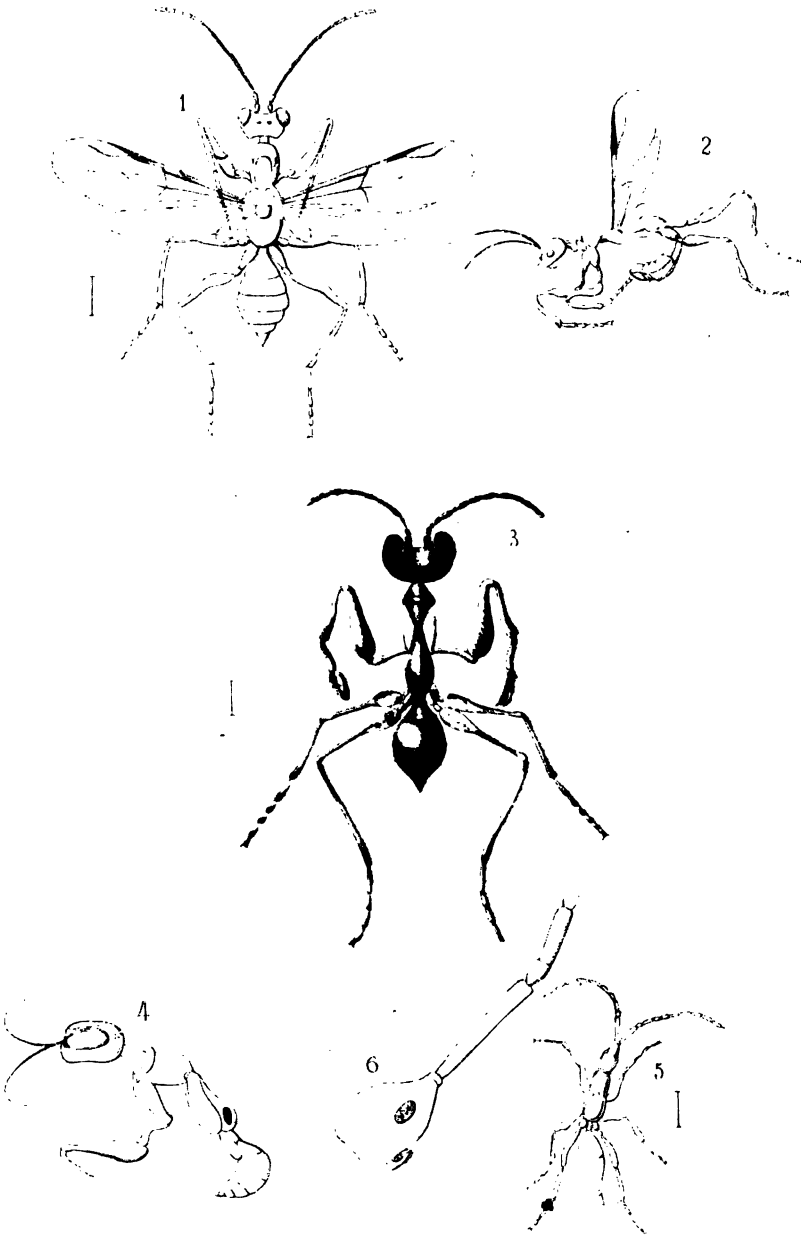
Fig. 1 en 2. *Dryinus formicarius* LATR. ♂.

„ 3 en 4. *Dryinus spectrum* VOLL. ♀

„ 5. *Myrmecomorphus rufescens* WESTW.

„ 6. Zijn kop en de 3 voorste leedjes der sprieten.

*S. C Snellen v. Vollenhoven, Dryinden.*




1 et 2 Dryinus formicarius Latr ♂

3 et 4 Dryinus spectrum Voll. ♀

5 et 6 Myrmecomorphus rufescens Westw.

# BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

## WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

**D. BIERENS DE HAAN.**

---

### III. ADRIAAN VLACK EN ZIJNE LOGARITHMENTAFELS.

1. In het Eerste opstel, over de eerste invoering der briggiaansche logarithmen op het vasteland, heeft ADRIAAN VLACK reeds eene hoofdrol gespeeld. Wij zagen daar, dat hij, van deftige afkomst, en eene geleerde opvoeding genoten hebbende, de latijnsche tafels van de Engelschen vertaalde en bewerkte, en tevens als boekdrukker en uitgever van de beide werken „Nieuwe Telkonst" in 4° en in 8° optrad. Zijne voortvarende werkzaamheid was echter hiermede niet tevreden, maar uitte zich op nog andere wijzen.

Hij had, evenzeer als zijn medewerker EZECHIEL DE DECKER, het gewigt en de waarde van de logarithmen reeds dadelijk begrepen; daarom hield hij zich bezig met het berekenen der logarithmen voor de getallen 20000 tot 90000, welke zeventig Chiliaden door HENRY BRIGGS waren overgeslagen. En hierdoor was hij in staat om in 1628 zijne Arithmetica Logarithmica [1]) in het licht te geven, waarvan ook te gelijker tijde eene fransche uitgaaf Arithmétique Logarithmetique [2]) verscheen, en waarschijnlijk ook nog eene hollandsche: in allen gevalle komen er sommige titels van onderdeelen van dit werk in het hollandsch voor, zooals bijv. in de aangehaalde fransche uitgave — in mijn bezit: doch hierop zal straks worden teruggekomen.

Welk hoog gewicht VLACK aan de Logarithmen hechtte, blijke

vooreerst uit het motto der latijnsche uitgaaf, dat hij van BRIGGS ontleende „Devs nobis vsvram vitae dedit et ingenii, tanqvam pecvniae, nvlla praestitvta die", waarvoor hij bij de fransche uitgaaf in de plaats schreef „Diev novs a donné l'vsage de la vie et d'entendement, plvs qv'il n'a fait par le temps passé". Daarenboven laat hij zich in de Voorrede aldus uit (hier volgen zijn woorden uit de fransche uitgaaf).

„Il y a environ deux ans; qu'il me vint d'adventure entre les mains ‖ *l'Arithmetique Logarithmetique* de Monsieur HENRY BRIGS .... ainsi d'autrepart en la communiquant avec quelques uns, je recognus bien tost ‖ que c'estoit un ouvrage tout incognu en ce Pays Bas, .... pensay faire chose ‖ aggreable à plusieurs de faire remettre ledit Livre sur la Presse: sans toutesfois ‖ estre resolu du commencement en quelle maniere je le devrois plublier (sic). A la fin ‖ trouvay bon de l'agencer ainsi qu'il vous est icy presenté," dat is met de zeventig nieuwe Chiliaden logarithmen verbonden, en met slechts tien mantissen.

Deze woorden stemmen geheel overeen met, ja zij kunnen dienen tot bevestiging van mijne onderstelling (zie het Eerste opstel), waarom het „Groote Werck" van EZECHIEL DE DECKER wel eerst beloofd werd, toen VLACK omtrent de uitgaaf zijner Logarithmen nog tot geen besluit was gekomen; en hoe dit Groote Werck later plaats heeft moeten maken voor zijne Arithmetica Logarithmica. Verder volgt nog uit deze woorden en het geheele gemis van den naam van EZECHIEL DE DECKER, dat VLACK het invoeren der Briggiaansche Logarithmen aan zich zelven toeschrijft; zooals wij in het Eerste opstel zagen, is E. DE DECKER daartegen nooit opgekomen.

Wat de hollandsche uitgaaf betreft, behalve het bewijs daarvoor reeds aangehaald, bestaat er nog een brief van H. BRIGGS [3]), waarin hij het volgende zegt:

To his very good and muche respected frende Mr. JOHN PELL at Trinitie Coll. in Cambridge.

.... My desire was to have those Chiliades that are wantinge betwixt 20 and 90 calculated and printed, and I had done them all almost by my selfe, and by some frendes [de heer J. W. L. GLAISHER meent dat daaronder EDM. GUNTER en J. WELLES VAN DEPTFORD, de schrijver van de in het eerste opstel bespro-

ken Sciographia, waren, (zie *Philos. Magazine*, May 1873) whom my rules had sufficiently informed, and by agreement the business was conveniently parted amongst us; but I am eased of that charge and care by one ADRIAN VLACQUE, an Hollander, who hathe done all the whole hundred chiliades, and printed them in Latin, Dutche, and Frenche, 1000 bookes in these 3 languages, and hathe sould them almost all. But he hathe cutt of 4 of my figures throughout; and hathe left out my Dedication, and To the reader, and two chapters the 12 and 13, in the rest he hathe not varied from me at all....

Uit dezen brief blijkt dus, — behalve het vriendelijk karakter van BRIGGS, die van deze voor hem toen zeker min aangename zaak slechts de lichtzijde opvat, — nog voor ons doel, dat A. VLACK duizend exemplaren van zijn Arithmetica Logarithmica in het latijn, hollandsch en fransch heeft gedrukt; en dat die reeds in October 1628 grootendeels zouden uitverkocht zijn: maar het is mij niet mogen gelukken, ergens zulk een exemplaar met hollandsch voorwerk vermeld te vinden. Dit merkwaardig verschijnsel schijnt op de volgende wijze verklaard te moeten worden. De engelschman E. MILLER gaf in 1631 te Londen Logarithmentafels uit [4]), die volkomen overeenkomen met die van VLACK, maar die een engelsch voorwerk hebben: en daarbij komt het bij enkele exemplaren voor, dat de onderdeelen nog de hollandsche titels van VLACK hebben, die men vergeten heeft daaruit te verwijderen. Men mag dus onderstellen, dat VLACK een groot aantal zijner groote tafels in Engeland heeft verkocht, en dat deze door E. MILLER met engelsch voorwerk werden voorzien, nadat het hollandsche voorwerk verwijderd was. Op die wijze zoude het zich laten verklaren, dat die hollandsche uitgaaf zoo zeldzaam is geworden, misschien in het geheel niet meer bestaat. Een ander verschijnsel, hieraan geheel gelijkvormig, kan de waarschijnlijkheid dezer verklaring bevestigen. De tafels toch van de „Nieuwe Telkonst in 8°" vindt men evenzeer terug achter een engelsch werk der Sciographia van J. W(ELLS)," dat te Londen in 1635 uitkwam; of achter hetzelfde werk in het Engelsch vertaald „The compleat Art of Dyalling, by J. WELLS. Londen 1637". In den regel zijn de hollandsche titels voor de verschillende tafels er uitgenomen, maar soms vindt men nog

deze titels, ter helft opgescheurd, die daarin vergeten zijn. Deze, minstens genomen, zonderlinge wijze van handelen mag wel de oorzaak zijn, dat beide tafels de „Arithmetica Logarithmica" van A. VLACK en de „Nieuwe Telkonst in 8°" van E. DE DECKER al spoedig zoo zeldzaam zijn geworden. Zoo komen er op het schutblad van mijn exemplaar der fransche uitgave van de Arithmetique Logarithmetique de volgende woorden voor.

„Desen bouck behoort toe BALTHASAR VAN MERENBURGH. Gecoght om 2 Ducatons tot Middelburgh;" en daaronder met andere hand: „Door ruylinge van den voorsz voor het tweede deel van Nepers Telkonst geschiet den 26 Martij 1667, hoor nu toe MICHIEL DEYLMAN."

Waaruit blijkt dat de „Nieuwe Telkonst", een klein boekje in 8°, reeds in 1667 zoo zeldzaam was, dat het in waarde gelijk werd gerekend met de groote foliant van VLACK, die zijnerzijds toch ook duur werd betaald, voor de waarde van het geld in dien tijd, wel te verstaan. Misschien ook, dat de kleine tafels van VLACK, die zeer handig voor het gebruik waren, en een groot aantal herdrukken beleefden, allengs de grootere tafels bij ons uit het gewone verkeer weerden, en ook op die wijze aanleiding gaven tot hun zeldzaam voorkomen.

Van deze „Arithmetica Logarithmica" verscheen er ook een herdruk en wel te Pekin in China in den jare 1721 [5]).

2. In het jaar 1633 drukte A. VLACK op nieuw twee groote tafels. De eene is van hemzelven en zal straks ter sprake komen: de andere is de „Trigonometria Brittannica" van GELLIBRAND [6]). In de voorrede verhaalt deze, dat verscheidene voorname mathematici hem tot het berekenen dezer tafels hadden aangespoord, en noemt daaronder voornamelijk onzen VLACK „*Ornatissimi denique nec non eruditi Viri* Domini ADRIANI VLACCI *rogatu.*" Deze voorrede begint aldus:

„Mathematum Cultoribus || S. D. [ HENRICUS GELLIBRAND. ‖ ... Deo au- || tem Moderatori omnium Sapientissimo, visum est Apellem hunc Nostrum septuagena- || rium, in ipso quasi Operis hujus vestibulo sibi e terris evocare. Cum enim ante annos plus || minus triginta, Canonem hunc Sinuum, ad quindecim loca, per aequationes Algebraicas, || & Differentias ipsis Sinubus proportionales a primis fundamentis accurate extructum ab- || solvisset, ...

tandem Operi manum aegre admovens, in ipso ut obstetricum more dicam puer- ‖ perij quasi nisu vitam simul cum Libro primo [handelende over de Logarithmotechnia pag. 1—60] terminavit, ne vestigia quidem fabricae ‖ Libri secundi [handelende over de Trigonometria plana & sphaerica pag. 61—110] post se relinquens.... E Collegio Greshamensi, ‖ ante diem tertium Calendas Novembris Anno Salutis M.DC.XXXII."

Hieruit blijkt, dat BRIGGS eigenlijk deze tafels had begonnen uit te werken; en ook later zullen wij zien, dat VLACK de uitgave op zich had genomen op het verzoek van BRIGGS zelven.

De waarden zijn hier in tien mantissen gegeven, met de verschillen, die men vindt tusschen elke twee opeenvolgende waarden, op dezelfde wijze als dit ook geschiedde in de Arithmetica Logarithmica van § 1.

De graden zijn in honderdste deelen verdeeld, die in de eerste kolom op iedere bladzijde voorkomen; terwijl de laatste kolom hunne herleiding tot minuten en secunden bevat, ten einde die tafels ook voor de sexagesimale verdeeling geschikt te maken. De zes middelste kolommen bevatten de sinus, tangens en secans, en hunne logarithmen.

BRIGGS beleefde dus de uitgaaf dezer tafels niet: zij werden echter door VLACK op zijne eigene kosten en voor eigen rekening gedrukt.

Niet ten onrechte had men in die tijden groote verwachtingen van het tientallige stelsel. Vandaar dat BRIGGS dadelijk zijne logarithmen met het grondtal 10 berekende, nadat JOH. NAPIER zijne eigene logarithmen had uitgegeven: zoo wilde GELLIBRAND ook nu den graad althans tiendeelig verdeelen, — een eerste stap tot de tiendeelige verdeeling van den cirkelomtrek die anderhalve eeuw later werd beproefd, doch met slecht gevolg. Ditzelfde verschijnsel kwam reeds in het Eerste opstel ter sprake omtrent het muntstelsel en de behandeling van tiendeelige breuken die als geheelen zouden kunnen behandeld worden naar „de Thiende" van SIMON STEVIN. En werkelijk hadden die schrijvers geen ongelijk van te meenen, dat toen reeds binnen korten tijd eene regelmatige en oordeelkundige invoering van dit tiendeelige talstelsel overal te wachten was, en daarvoor reeds hunne rekenwijzen en hulptafels inrichtten. Zij hadden echter buiten de kracht der gewoonte, dat groote beginsel van

slepende wrijving gerekend, dat zooveel goeds tegengehouden heeft.

3. Hoezeer ADRIAAN VLACK met het beginsel der tiendeelige verdeeling zeer was ingenomen, begreep hij toch dat men voor het tegenwoordige nog tafels naar de sexagesimale verdeeling noodig had. Hij gaf daarom in hetzelfde jaar zijne „Trigonometria Artificialis" [7]) uit.

Ook deze tafels geven tien mantissen. De eerste bundel, de „Magnus Canon Triangulorum" geeft telkens waarden voor elke tien secunden; hier staan de verschillen in afzonderlijke kolommen, waarvan ieder bladzijde er zeven heeft, met de volgende hoofden.

„SINUUM Logarithmi; Differ.; Sin. Comple. Logarithmi; Dif.; TANGEN. Logarithmi; Differ. communis; Tang. Compl. Logarithmi."

In den tweeden bundel, de „Briggii Tabula" vindt men op iedere bladzijde drie hoofdkolommen, die elk weder in drie deelen zijn gesplitst met de hoofden:

„Nu.; Logarithmi; Diff."

Iedere bladzijde bevat 150 logarithmen, mede met tien mantissen. Op de laatste bladzijde komt een lijst van Errata voor, 79 in de Logarithmen, 40 in de verschillen.

Men ziet dat in beide tafels de verschillen niet meer tusschen de opeenvolgende waarden voorkomen, zooals vroeger het geval pleegde te zijn, maar in afzonderlijke kolommen: en deze laatste manier is ook sedert gevolgd.

In de Voorrede geeft VLACK een geschiedkundig overzicht van het ontstaan zijner tafels, zonder daarbij met een enkel woord van de „Nieuwe Telkonst in 8" of van EZECHIEL DE DECKER gewag te maken. Hij verhaalt hoe hij in de eerste plaats de Arithmetica Logarithmica binnen een door hem vooruit bepaalden termijn heeft berekend en uitgegeven [„*Mirificus Logarithmorum usus à primo tempore quo illum cognovi, adeò Mihi semper arrisit* Candide Lector, *ut quaecumque ad faciliorem & perfectiorem nobilissimae Matheseos praxin illorum adjumento conducere videbantur, summis viribus promovere & publici juris facere conatus sim: Cum enim in primâ editione Londinensi* Arithmeticae Logarithmicae *Doctissimi* D. HENRICI

BIGGII *Logarithmos numerorum a* 20000 *ad* 90000 *maximè desiderari vidissem, quamquàm sine multis vigiliis confici non poterant: incredibili tamen animi cum voluptate laborem istum aggrediebar, atque integrum opus ad tempus Mihimet ipsi praefixum ad optatum finem perducebam*"]; hoe hij daarna op het verzoek van BRIGGS, en na diens dood van GELLIBRAND, op zijne kosten en onder zijne leiding de „Trigonometria Brittannica" had uitgegeven. Maar hij meende dat de tiendeelige verdeeling niet dadelijk door de wiskundigen goed opgenomen zoude worden [„*non omnes Mathematicarum artium cultores aeque avidè novum istum Canonem, ad usus suos excepturos*"] „hoezeer dan ook deze verdeeling werkelijk veel beter was [*prae hactenus usitatâ longe praestantior propter facilitatem calculi Mihi videbatur*"], en door de wiskundigen met graagte was ontvangen [„*et à Viris quibusdam eruditissimis jamdudum aestimata est*"]; ook, dat hare toekomst verzekerd scheen; waarbij hij zich echter omtrent dit laatste punt vergiste, zooals reeds boven werd opgemerkt. Dit waren de redenen, die hem noopten, deze sexagesimale tafels der „Trigonometria Artificialis" uit te geven, die reeds drie jaren vroeger door hemzelven waren berekend [„*placuit etiam* Canonem hunc Logarithmorum pro Sinubus & Tangentibus ad decades Secundorum scrupulorum *ante annos tres à Me constructum, in eruditi hujus Orbis Solem perducere*"]. Aan het slot der voorrede zegt hij zijn uiterste best gedaan te hebben, om zich tegen drukfouten te vrijwaren [„*summam adhibuisse diligentiam ut ab erratis Typographicis purus traderetur; scio enim quanti ea res sit momenti, & quam foedè doctorum Virorum opera Typographorum negligentiâ saepissime contaminentur; atque ideo sedulus corrector ei semper adfui*"].

4. Boven kwamen reeds de kleine tafels van ADRIAAN VLACK ter sprake: en dit is eene nieuwe dienst aan de wiskundigen bewezen, van niet geringer gewicht dan de oude reeds genoemde. VLACK begreep terecht, dat zijne groote tafels wel veel nut zouden doen bij de eigenlijk gezegde wiskundigen, maar dat voor de invoering in het dagelijksche leven en voor het gewone, dagelijksche gebruik, een kleiner handboek met logarithmen van minder aantal mantissen meer ingang zoude vinden en alleen de dagelijksche toepassing mogelijk zoude maken.

Dit bewoog hem tot het uitgeven van zijne „Tabulae Sinuum, Tangentium, Secantium &c in 8°." met zeven mantissen; en dat hij hierin niet heeft misgetast, bewijzen de vele herdrukken, die van deze Tabulae voorkomen, en die later door een groot aantal van dergelijke handboeken werden opgevolgd.

Het eerst kwamen deze tafels uit te Gouda in 1636, waarvan ik echter nimmer een exemplaar gezien heb. Later, toen hij als boekhandelaar in 's Gravenhage zich had gevestigd, verschenen er nog drie uitgaven aldaar in 1661 [8]), in 1665 [9]) en in 1666 [10]). De eerste was in het hollandsch, de tweede in het latijn, de derde in het fransch: dit verschil in talen betreft echter alleen het voorwerk, vel A—C; hetgeen verdeeld is in zes Capittels. Het eerste handelt „*Van het Gebruyck van dese Tafels;*" het tweede „*Van de resolutie der Rechtlinise Rechthoekige Driehoeken*" (VII Prop.); het derde „*Van de resolutie van de Rechtlinise Scheefhoeckige Drie-hoecken*" (V. Prop.); het vierde „*Van de calculatie der Spherische Rechthoeckige Drie-hoecken*" (XVI Prop.); het vijfde „*Van de Resolutie van de Spherise Scheefhoeckige Drie hoecken*" (XII Prop.); en een „Byvoeghsel *Van Astronomische Questien*" (XXII Prop.) en „Questien *van* Interesten" (VII Prop.). Alle regels worden telkens in woorden omschreven. De tafels zelve hebben steeds denzelfden titel. De eerste „Canon Sinuum, Tangentium, Secantium; et Logarithmorum Pro Sinubus et Tangentibus ad Radium 10000000." geeft, als men het boek openslaat, tot hoofden op de linker bladzijde de volgende zes kolommen:

Minut.; Sinus; Tangēs; Secans; *Log. Sin.; Log. Tang.;*

geldende voor bijv. *n* Grad, terwijl op de rechterzijde dezelfde kolommen voorkomen, geldende dan voor 90—*n* Grad. Ieder bladzijde bevat 30 Minuten; dus de linker loopt van 0 tot 30 of van 30 tot 60, terwijl de rechter dan loopt van 60 tot 30 of van 30 tot 0. Op die wijze vindt men de zes goniometrische lijnen met de logarithmen van sinus, tangens, cosinus en cotangens voor de graden 0 tot 45, en dus ook voor de volgende 45 tot 90, voor alle opvolgende minuten.

De tweede „Tabula Logatithmorum [deze drukfout vindt men nog herhaaldelijk in latere drukken, hoezeer soms de T met de pen in eene R is veranderd] Pro numeris ab 1. ad 10000,"

bevat op ieder bladzijde de logarithmen van 100 getallen in drie kolommen verdeeld van 34 getallen elk, zoodat het laatste getal in een kolom in de volgende wordt herhaald. Ieder kolom is weder verdeeld in twee kleine, met de hoofden

*N. Logarith.*

Alle waarden zijn in zeven mantissen gegeven, zonder opgave van differentiën of verschillen, die eerst later in zulke kleine tafels zijn ingevoerd.

Verder werden deze tafels nog uitgegeven
te Leiden in 1651, 1670;
te Amsterdam in 1665 [11]), 1673 [12]), 1681 [13]), 1683, 1689, 1706, 1721, 1742 [14]), 1784 [15]);
door ABRAHAM DE GRAAF te Amsterdam in 1665 [16]);
en in Duitschland,
te Leipzig in 1725, 1738 [17]), 1768, 1778;
door J. J. HENTSCHEN te Frankfort a. M. en te Leipzig, in 1748 [18]) zonder den naam van HENTSCHEN, die zich echter in den derden druk bekend maakt: in 1757 [19]), 1763 [20]), 1768;
door J. J. EBERT, te Leipzig, in 1790 [21]), 1808 [22]);
door G. NORDMANN te Leipzig, in 1821 [23]);
in Frankrijk, te Lyon 1670, 1760.

Omtrent deze uitgaven is het volgende op te merken.

Bij de uitgave van J. EBERT is de inleiding (24 bladz.) teruggebracht tot het eerste hoofdstuk, en zijn de overige vijf weggelaten: dit geschiedde, om plaats te winnen voor de bijvoegsels. Vooreerst is tusschen de beide tafels eene andere tusschengevoegd met den titel: „TABVLA LOGARITHMORVM SINVVM ET TANGENTIVM PRO SINGVLIS MINVTIS SECVNDIS PRIMI GRADVS," waarin dus voor elke secunde van minuut 1—minuut 60 de logarithmus van de sinus en de tangens in 7 mantissen gegeven worden (62 bladz.). En nog is achter de tweede (nu de derde) tafel, een vierde gevoegd. „TABVLA NVMERORVM QVADRATORVM ET CVBICORVM AB 8 VSQVE AD 1000." (16 blz., en eene vijfde „TABVLA RADICVM QVADRATORVM ET CVBICARVM PRO NVMERIS NATVRALI SERIE CRESCENTIBVS AB 8 VSQVE AD 1000." (16 blz.) met zeven mantissen.

De uitgave van NORDMANN is geheel anders ingericht dan de vorige uitgaven, die tot en met die van HENTSCHEN en EBERT toe, zoo als wij zagen, in hoofdzaak steeds dezelfde in

richting hadden behouden. Na de Voorrede (bl. V—VIII, vindt men in de drie eerste vellen A—C. blz. 1—26, de „Einleitung", eene korte beschrijving en gebruiksaanwijzing dezer tafelen: iedere bladzijde is daarbij in twee helften verdeeld, de linker geeft de hoogduitsche, de rechter de latijnsche tekst.

De eerste tafel geeft, als men het boek openslaat, op de linker bladzijde acht kolommen voor de hoofden

M.; Sin.; Cosin.; Tang.; d 1"; Cotang.; d. 1"; M.

op de rechter bladzijde evenzeer zeven kolommen met de hoofden M.; Log. Sin.; Log. Cosin.; Log. Tang.; d. com. 1"; Log. Cot.; M. iedere dubbele bladzijde geldt alzoo voor 30 Minuten.

Bij de tweede tafel bevat iedere bladzijde, even als vroeger, drie kolommen, maar iedere kolom is onderverdeeld in drie kolommen, met de hoofden

$$N;\ \underset{\text{Logarith.}}{\overset{\cdot\cdot\ '\ \cdot\cdot\ ''}{}}\ ;\ d.$$

De minuten en secunden geven den boog aan, wiens aantal secunden door het getal onder N bepaald is. Achter *d* komen de beide eerste cijfers van de differentien: in de kolom zelve telkens de twee laatste cijfers van die verschillen. Boven aan de bladzijde komen telkens de overeenkomstige bekende getallen S en V, T en V voor, die dienen om de Logarithmen der Sinussen en Tangenten te berekenen voor bogen kleiner dan 2° 46′ 40″.

Op bladz. 285 vindt men eenige grootheden, die met den modulus en het getal $\pi$ te zamen hangen.

Daarop volgen nog tafels van quadraat- en cubiek-getallen en van quadraat- en cubiek-wortels; alsmede lengten van bogen.

5. Behalve de nu behandelde Logarithmentafels heeft VLACK in 1632 nog uitgegeven „Ephemerides Motuum Coelestium ad annos 1633—1636 [24]). Met dit zeldzame boek ben ik door de vriendelijke bemoeiing van Prof. ENSCHEDE in kennis gekomen. De voorrede is belangrijk genoeg, om die hier over te nemen.

„Praefatio ad Lectorem.

Annus est, et quod excurrit, Amice Lector, ex quo Doctissimus Vir D. PHILIPPUS LANSBERGIUS Tabulas suas Mediorum Motuum et Prostaphaerensium Lunae mihi, tum forte Angliam e Zelandia petenti, liberaliter communicavit. Quando vero in Patriam reversus sum, coepi motus Lunae in largum et latum

e Tabulis iisdem per otium supputare: nam reverendus Author, propter aetatem et continuos fere morbos, hunc laborem aliis relinquere decrevit. Eos cum ad annos aliquot absolvissem, haberemque etiam loca Solis ante biennium per me calculata e Tabulis ejusdem Authoris jamdudum editis in Progymn. de Motu Solis; putavi me quamplurimis non modo rem gratam, sed et utilissimam facturum, si ea publici juris facerem: Non ignorant enim Astronomiae periti, maximi esse momenti Luminarium motus praecise cognoscere ad quodvis tempus, multosque Viros eruditos et industrios valde sudasse, ut arte id docerent; Nullus vero eorum hactenus id efficere potuit: non parum enim tam recentiorum quam veterum omnium Tabulae a Coelo discrepant, adeo ut Tychonicae atque Keplerianae (quae et caeteras antecellunt) coepissime in motibus Lunae ad integrum Gradum et amplius a Lansbergianis differant, quas accurate restitutas esse, peritissimi omnes (uti spero) Astronomi testabuntur.

Cunctatus igitur non fui, quin has Ephemerides Luminarium ad annos 1633, 1634, 1635 et 1636 tibi communicarem. quibus motus reliquorum Planetarum e Tabulis Lansbergianis quoque supputandos libentissime adiungere voluissem, sed cum illae nondum publicae factae sint (Typographo integrum Opus Astronomicum Clarissimi Viri in manibus habente) typique et calculus eorum moram aliquam requirant: malui fructus ex illis, praesertim e motu Lunae quoad investigationem incognitae Longitudinis cuiusvis loci (rem Nauticis vastissimum Oceanum pererrantibus utilissimam) excerpendos, interim cuivis utendos praebere. Desideratorum autem loco, placuit addere motus Planetarum, quos doctissimus JOANNES KLEPERUS (sic) ante annos aliquot edidit, una cum zyzygiis forma antiqua dispositis, atque id quam plurimis gratissimum fore iudicavi: Compertum enim est mihi, novam Adspectuum dispositionem in Ephemeridibus KEPLERI, multis formae ORIGANI aliorumque Ephemeridum Scriptorum assuetis, non arridere, denique in his aliisque Provinciis et Regionibus magnam esse penuriam Exemplarium non solum ORIGANI, sed et KEPLERI, quorum Ephemerides apud Bibliopolas nostros non reperiuntur venales.

Instructionem quoque quoad utilissimos atque nobilissimos harum Ephemeridum usus in discentium gratiam adiunxi.

Tu, benevole Lector, his utere, donec ad annos aliquot sequentes aliae parentur, uti me facturum spero, si commode licet. Habeo enim loca Solis et Lunae ad plures annos supputata, atque cogito ab anno 1637 usque ad annos aliquot sequentes, motus reliquorum Planetarum etiam e Tabulis Lansbergianis calculare, quam primum eae in lucem venerint, atque eos ad communes usus publicare. Interim Valeas, laborique meo faveas, precor

A. VLACCUS."

Behalve dat de beroemde Zeeuw PHILIPPUS LANSBERGEN in 1632 reeds oud en ziekelijk was, blijken toch uit deze voorrede de volgende bijzonderheden omtrent onzen VLACK. Vooreerst dat hij in 1632 een goed sterrekundige was, in staat niet alleen om de hulpmiddelen dier wetenschap te beoordeelen en te gebruiken, maar dat hij ook werkelijk vertrouwd was met zulke berekeningen. Vervolgens zien wij, dat hij eene reis naar Engeland deed, en aldaar niet onbekend scheen te zijn, misschien wel in verband met de uitgave der Trigonometria Brittannica, die in het volgende jaar 1633 het licht zag: zoo als men boven zien kan (zie Noot 6). Eindelijk, dat hij met een man als PHILIPPUS VAN LANSBERGEN op zoo goeden voet stond, dat die hem zijne tafels mededeelde, vóórdat zij gedrukt waren: dit toch had eerst in 1632 plaats [25]) en het was vóór 1631, dat VLACK ze reeds kende.

6. Dit alles en hetgeen wij reeds vroeger in het eerste opstel omtrent onzen VLACK opmerkten, is bij het weinige, dat wij van hem weten, van te grooter gewicht, tegenover de beschuldigingen van MILTON, die door den heer GLAISHER ontdekt, maar laat het mij er bijvoegen, ook tegengesproken zijn. Deze heeft in de bibliotheek van de Cambridge University een boekje ontdekt, bevattende drie werken [26]), alle bij VLACK in den Haag gedrukt. In het tweede boekje komt eene verdediging voor van A. VLACK „Typographus pro se-ipso", die verschillende belangrijke bijzonderheden bevat, en over den loopbaan, het karakter en de politieke gevoelens van onzen VLACK een duidelijk licht werpt. In staat zijnde om dit geschrift mede te deelen, meen ik dat het te gewichtige bouwstoffen oplevert, en te zeldzaam voorkomt, om van die gelegenheid geen gebruik te maken, het hier met eenige opmerkingen te laten volgen.

„ Biennium est, Benevole lector, quod Typis meis imprimi curavi librum, cui Titulus, *Regii sanquinis clamor ad coelum adversus Parricidas Anglicanos*. Autor istius Tractatus mihi adhuc incognitus est, utpote qui nomen suum supprimere voluit, sicuti ipse in praefatione sua ibi testatur. Miserat autem Exemplar manuscriptum D. Claudio Salmasio, eique ejus editionem commendaverat, cum quo procul dubio, antea amicitia ipsi quaedam intercesserat, cui commoda occasione, juxta ac Regiae causae, gratificari voluit. Ego rogatus num eum praelo meo subjicere vellem, per aliquot menses id distuli, donec viderem, quis exitus foret Tractatus Pacis, de qua inter utrosque Status Angliae & Provinciarum Confaederatarum Belgii agebatur. Quum igitur pacisci non possent, bellumq; satis apertum inter utrasq; nationes ortum esset, impressionem ejus multum solliciatus (sic) à plurimis, diutius differre non potui, tandemque editionem illam adornavi. Habebam eo tempore commercium litterarum cum Samuele Hartlibio, Londini morante, quem de impressione istius libri certiorem faciebam, qui me rogabat, ut singulas schedas à praelo adhuc madentes, singulis hebdomadibus, ei mittere vellem. Quod feci, unàque rogavi, si Miltonius ei respondere vellet, procuraret, ut exemplar apud me excudendum mihi transmitteretur, si posset id ab eo impetrare; cui gratissimum officium me prestitisse, mittendo praedictas schedas, non semel mihi scripsit. Miratur saepe fui, cur Miltonius non statim praedicto libro responderit, sicuti sperabam: avebam enim rationes utriusque partis tam Regiae quam Parlementariae in re tam magni momenti cognoscere: nec verebar scripta fautorum utriusque publicare: Quid enim ad Typographos aut Bibliopolas tam magnae controversiae, nisi ut operam suam praestando toti mundo judicium earum relinquant? Tandem, Tandem, inexpectatum omnino Miltonii Responsum, post biennium ferè quod exemplar praedicti libri miseram, prodiit, virulentissimo calamo scriptum contra Me, quia librum sub meo nomine dicatum Regi Carolo II publicaveram: Contra D. Salmasium, quanquam è vivorum numero exemptum, quoniam tanquam vetus ejus adversarius, multûm ab Authore ibi laudatus est: Et contra D. Alex. Morum, quasi Authorem ejusdem libri: Quam primùm haec Miltonii Defensio in manus meas incidit, non me puduit quanquam

ignominiosè accusatum, alteram editionem festinanter adornare, cum annexa hac praefatione, ut omnes videant quo fundamento Miltonius me diffamare studuerit, eique non facilè credant, qui etiam contra Salmasium & Morum veluti insanus debacchatus fuit, quorum honorem vindicandum iis quorum interest, relinquo.

Dicit primum Miltonius *Pag.* 20. *Sibi compertum esse, quomodo erga omnes alios me gesserim.* Verisimile est, quod Bibliopola quidem Londinensis malevolus & mendax Miltonium de actionibus meis perversè informavit, vix dubitans quin sit ille ipse qui suis sumptibus Miltonii Defensionem hanc imprimi curavit, sed nomen suum, uti mos est, apponi noluit: certus autem sum exemplaria in illius officina distribui, quod & in *Mercurio Politico*, Londini impresso, significare voluit; eumque multa exemplaria Bibliopolae cuidam Amstelredamensi misisse. Sic judico: Si fallor, scire vellem unde Miltonio hoc de me compertum est, qui me nunquam viderit nec cognoverit, atque adeo parum de me audiverit, ut ipse ibidem fateatur. *Se nescire unde gentium sim.* Quis hoc nescit, qui me vel nomine novit? Sed & addit, *me esse vagum quemdam Librariolum, veteratorem & decoctorem notissimum*; *Me Londini aliquamdiu Bibliolam* (sic) *fuisse clancularium: qua ex urbe post innumeras fraudes obaeratum aufugisse; Me Parisiis fide cassum & malè agendo insignem, viam totam Jacobaeam cognoscere, unde olim quoque profugum ne multis quidem parasangis audere appropinquare, nunc si opus est balatrone perditissimo atque venali, praestare Hagae-Comitum Typographum recoctum.* Quot assertiones, tot mendacia, tot calumniae: quod quam potero brevissimè monstrare operae pretium duxi, ut quilibit videat, quam imprudenter & impudenter hic dicacitatis & maledicentiae magister, ista multaque alia quae in hac sua secunda Defensione pro populo Anglicano publicata sunt, deblataverit: & quantâ cum coecitate cordis conflictetur, qui post scriptionem primae suae Defensionis oculorum usum perdidit. Ignosce, quaeso, benevole Lector, si nimis prolixus sum in narranda historiuncula vitae meae quam abhinc 26. Annis institui: ex eo enim tempore, nescio quo fato, in librorum commercium incidi."

Uit dit verhaal blijkt dus de oorzaak, waarom VLACK er toe is overgegaan, om een gedeelte van zijn leven te beschrijven,

eene beschrijving die geheel verklaart, hetgeen tot nog toe onverklaarbaar scheen: wat er van hem geworden was tusschen de jaren 1633 en 1651. Gereedelijk zal men aldus instemmen met hetgeen de Heer GLAISHER opmerkte [27]).

„One is almost inclined to pardon MILTON his abuse, seeing that thereby we are made acquainted with what would otherwis probably have always remained a mystery."

7. Laat ons nu eerst zien wat VLACK op het voorgaande laat volgen, ten aanzien van zijne lotgevallen vóór zijn verblijf in Engeland.

„In Hollandia, quae mea patria est, tum tempore vivens, ex Anglia acceperam insignis Mathematici HENRICI BRIGGII *Arithmeticam Logarithmicam*, opus sanè aureum, & omnium inventionum in artibus mathematicis meo judicio excellentissimam; in quo erant Logarithmi pro numeris ab unitate ad 20000 & à 90000 ad 100000. Cumque viderem Logarithmos pro numeris à 20000. ad 90000. ibi desiderari, animus mihi erat lacunam istam explere, quod & incredibili temporis brevitate solus peregi, ita ut D BRIGGIUS aliique Mathematici in Anglia admirati fuerint, quod non solùm laborem istum, sed & operis promulgationem tam brevi tempore absolverim. Rogatus deinde fui à D. BRIGGIO ut & *Trigonometriā* suam *Brittannicam* in Hollandia edendam procurarem, quod etiam meis sumptibus feci. Alium etiam magnum laborem postea absolvi, conversis Sinubus & Tangentibus ad Radium 100000.00000. qui sunt in *Opere Palatino*, in Logarithmos, quod opus *Trigonometriam Artificialem* nominavi, atq; publicavi. Quos sumptus, quos labores, quantum temporis tribus istis libris impenderim, preter (sic) alios quos tum peregi, judicare possunt qui eos cognoscunt. Hoc testari possum me multùm plus damni quàm lucri inde reportasse: attamen ejus me non poenitet, nam scio me multis Mathematicis doctis rem gratissimam fecisse, istosque libros abhinc aliquot annos in magna aestimatione futuros, & me aliquam gratiam à posteritate accepturum, sicuti aliquot viri eriditi (sic) honestam de me mentionem in suis libris jam jam fecerunt: Quare miror, Miltonium me non melius cognovisse, aut de me audivisse, qui *nonnunquam se rus urbe mutasse, aut coëmendorum gratia librorum, aut novum quidpiam in Mathematicis*

*addiscendi* gloriatur, pag. 61. Unde conjicio eum plus in Comicis & Satyricis quàm in Mathematicis Authoribus ingenium suum semper exercuisse.

Cum libros istos imprimi curabam, Typographiam nondum habebam, neq; Bibliopola eram, sed esse cogebar, ut exemplaria excusa distribuerem; istaq; de occasione primū in Galliam, deinde etiam in Angliam profectus sum, ubi me rem meam bene acturum putabam."

Dit gedeelte geeft aanleiding tot een paar opmerkingen. Vooreerst vertrouwt VLACK terecht op de dankbaarheid van het nageslacht; zijne meening, dat de door hem uitgegeven tafels spoedig op rechte waarde zouden geschat worden, is maar al te zeer bevestigd. Reeds GARDINER in zijne "Tables of Logarithms, 1742. — "The motive that induced me to undertake this work, was the general ‖ complaint, among men of science, of the great want of a convenient ‖ Table of the Logarithms for the Sines and Tangents, to every ten ‖ seconds in the Quadrant: that of ADRIAN VLACQ being rarely to be met with, ‖ and in the hands but of few" [28]). — diens fransche uitgevers PÉZÉNAS, DUMAS en BLANCHARD in hunne "Tables de Logarithmes, 1770." — "La rareté des Tables de VLACQ engagea Mr. GARDINER à publier les siennes à Londres en ‖ 1742: la rareté tout aussi grande de celles-ci nous a engagés à notre tour à les remettre sous ‖ presse" [29]). — G. VEGA in zijn "Thesaurus Logarithmorum completus, 1794". — "Die zwey äusserst seltenen Werke des ADRIAN VLACK: 1) Arithmetica logarithmica seu logarithmorum chiliades centum, etc. Gaudae (sic) 1628 in Folio; ‖ 2) Trigonometria artificialis, seu magnus canon triangulorum logarithmicus ad ‖ decades secundorum constructus, etc. Gaudae (sic) 1633 in Folio, welche diesem ‖ Werke zur Grundlage dienen" [30]); — allen klagen om het hardst over de moeijelijkheid om deze merkwaardige en steeds zeldzame tafels in handen te krijgen, die den grondslag voor hun arbeid moesten uitmaken.

Vervolgens wordt de vroegere opmerking bevestigd omtrent de welwillende verhouding van BRIGGS tegenover VLACK, geheel in overeenstemming met de woorden van BRIGGS in zijne voorrede voor de vertaling van den Canon Mirificus door WRIGHT; "I ever rest a lover of all them that love the Mathematickes". Doch ook reeds

uit de voorrede van VLACK voor de Trigonometria Artificialis bleek hetgeen hij hier verhaalt: hij zeide daarin *„Rogatus deinde à Clarissimo Viro* D. BRIGGIO P. M. *an* Canonem suum Sinuum, Tangentium & Secantium, & Logarithmorum pro Sinubus & Tangentibus ad Gradus & Graduum Centesimas, & ad Minuta & Secunda Centesimis respondentia, *quem ante multos annos construxerat, Meis impensis & curâ typis mandare vellem, libentissimè voto ejus annui, cùm quòd Gràduum, .... tùm quòd insignem istum Geometram usum ejusdem Canonis elegantissimè illustraturum, omnibusque aliis qui in hoc genere scripserunt, palmam erepturum confidebā."*

Wat de laatste woorden betreft, dat VLACK bij de uitgave van zijne drie groote werken in 1628 en 1633 geen „Typographia" had en geen „Bibliopola" was: zij schijnen te strijden met mijne meening, dat hij reeds in 1626 bij de uitgave van „de Nieuwe Telkonst" als zoodanig werkzaam was onder de firma P. RAMMASEYN (zie het Eerste stukje dezer Bouwstoffen). Maar het kan zijn, dat hij hier (nu hij eene eigene zaak in den Haag bezat op zijn eigen naam) bedoelde, dat zulks in dien vroegeren tijd niet het geval was; en dat hij zijn optreden onder den naam eener andere firma niet als zoodanig beschouwde.

Daarenboven, hoe zijn anders zijne eigene woorden te verklaren: over de „sumptus", de „labores," de „quantum temporis," die hem de uitgave der gemelde werken gekost hadden?

Nog verdient het opmerking, dat hij ook in deze levensbeschrijving, hoezeer men het tegendeel met eenigen grond konde verwachten, volstrekt geene melding maakt van de beide werken van EZECHIEL DE DECKER, in het eerste opstel behandeld. Trouwens hij zwijgt ook geheel van zijne eerste uitgave der kleinere tafels „Tabulae Sinuum &c in 8°." te Gouda in het jaar 1636 en later uitgekomen. Misschien is de reden van dit stilzwijgen daarin te zoeken, dat al die werken in het buitenland, waarvoor hij ter zijner verdediging schrijft, minder bekend waren.

8. Wat zijn verblijf in Engeland betreft, laat VLACK verder volgen.

„Vixi igitur Londini decem circiter Annos, prioribus aliquot annis satis pacificè, me continens semper intra limites privilegiorum Bibliopolarum Londinensium; unde aliqui eorum gau-

debant, alii qui id negotii quasi monopolium sibi servare consueti erant, dolebant, mihique continuo molestias facere studebant; tandemque videntes quod secundum statuta id prohibere non poterant, ministros aliquos Archiepiscopi Cantuariensis GUILLELMI (sic) LAUD corrupêre, cujus autoritate muniti omnes libros meos è domo educere & fisco dare studebant: quod & factum fuisset, nisi per amicos quosdam de ea re admonitus, favore Doctoris IOXSTONII (sic), Episcopi Londinensis hominisque probi, id impedivissem, atque impetrassem licentiam libros quos tum habebam divendendi, sed non alios deportandi: quod sanè erat contra antiquum morem, nullâ lege id prohibente. Accidit postea ut Typographi Regii spem mihi facerent impetrandae ab Archiepiscopo licentiae denuò negotium meum ut antea exercendi, si exemplaria duorum librorum, videlicet *Theophylacti in Epistolas Pauli*, & *Catenae Graecorum Patrum in Jobum;* quos persuasione dicti Archiepiscopi Cantuariensis impresserant, ab ipsis emere vellem. Convenimus inter Nos, licentiamque pro duobus tantùm annis obtinui, illectus spe me deinde continuationem facilè impetraturum. Eo tempore finito, bellū civile Angliam pervastabat, quare in Galliam discessi, nullo non qui me cognoscebat, id sciente, neque ullo mihi molestiam inferente, ita ut falsissimè Miltonius dicat, *me ex Londino aufugisse post innumeras fraudes*, quarum ne unam nominavit, vel unquam probare poterit."

Brengt men het bovenstaande in verband met de opdracht van VLACK's TRIGONOMETRIA ARTIFICIALIS aan "ILLVSTRISSIMO PRINCIPI AC DOMINO, DN. CAROLI LVDOVICO, COMITI PALATINO AD RHENUM. S. ROM. IMPERII ARCHIDEPIFERO & ELECTORI, DUCI BAVARIAE, &c." die geteekend is "Dabam GOVDAE Anno N. C. 1633. Die 26 Aprilis. ILLVSTRISSIMAE T. C. *Addictissimus* A VLACCUS." — dan blijkt hieruit, dat VLACK van 1633 tot 1642 te Londen heeft geleefd als boekhandelaar, ten einde aldaar zijne boekwerken te kunnen verkoopen; misschien heeft reeds zijne reis naar London in 1631 (zie N°. 5) daarop betrekking, dat hij omtrent de gelegenheid daartoe inlichtingen is gaan inwinnen. Eenig licht over de vervolgingen, waaraan VLACK tijdens zijn verblijf in Londen bloot stond, wordt er geworpen door eene aanhaling van den heer GLAISHER in zijn opstel "on Early Logarithmic Tables and their Calculators." Phil. Mag. May, 1873 [31]).

„Petition of Richard Whitacres to the same [Archbishop LAUD], (die hierboven reeds genoemd is, als eene zekere rol spelende bij den twist over concurrentie). One HOOGANHUYSEN [DAVID VAN HOOGANHUYSEN, die met JOHANNES BLAEU, zich ook met het invoeren van hollandsche boeken schijnt afgegeven te hebben, misschien bloedverwant van CORNELIS VAN HOOGENHUYSEN, die te Amsterdam een boekwinkel had, in 1690 op de Agterburgwal, in 1706 in de Negelantierstraat by de Princegraft en in 1708 op de Egelantiersgracht bij de tweede Brug woonde [82])] a Dutchman, being heretofore complained of in the High Commission for importing books, printed beyond the seas, was bound not to bring in any more. One VLACK has kept up the same agency, and sold books in his stead, and is lurking here, observing what is most useful and vendible, and causes it forthwith to be printed abroad. Petitioner having lately brought from Frankfort mart to Rotterdam four great vats of books to the value of £ 500, HOOGANHUYSEN, upon untrue suggestions, caused them to be seized and sold to VLACK for £ 100. VLACK is now preparing to go beyond seas to avoid answering his late bringing over nine bales of books contrary to the decree of the Star Chamber, and procures some persons to pretend that he is indebted to them (as formerly HOOGANHUYSEN did), thereby to get the books into their possession. Petitioner prays order to bring the bales to Stationers' Hall, there to remain till VLACK shall re-deliver to him the said four vats of books, or at least at the same price he bought them. Reference to Sir John Lambe to take three Commissioners' hands, and by warrant bring the books above-mentioned to Stationers' Hall, till the cause may be heard. 13th November, 1637." [83]).

9. VLACK verliet dus London, ten gevolge van de politieke twisten, waarvan hij misschien vreesde het slachtoffer te zullen worden, en vertrok naar Parijs, waar hij zich vestigde. Daaromtrent schrijft hij het volgende.

„Nunc ad altera ejus notissima mendacia procedam, *me Parisiis fide cassum & malè agendo insignem, viam totam Jacobeam cognoscere, unde olim quoque profugum ne multis quidem parasangis audere appropinquare.*

Postquam ex Anglia in Galliam discesseram, Lutetiis Pari-

siorum sex circiter Annos vixi, ubi nec Anglus, nec Gallus, nec quispiam alius ulla me molestia affecit Quomodo ibi me gesserim, & cur inde recesserim, etiam quam brevissimè narrare cogor, ut mendacia Miltonii alea storis cuivis pateant. Dum ibi morabar, varios liberos meis sumptibus imprimi curabam, quod mihi liberum esse credebam, neque aliquam legem id prohibere. quispiam mihi hactenus monstrare potuit: inter alios summi Viri *Hugonis Grotii Annotationes in Epistolas Canonicas & Apocalypsim, ejusdemque librum de Imperio summarum potestatum circa sacra, cum annotationibus eruditissimi Viri Davidis Blondelli, hujusq; Tractatum de Jure Plebis in regimine Ecclesiastico:* Nec non clarissimi Viri *Johannes Pricei Annotationes in Mathaeum & Acta Apostolorum:* Insignis etiam *Viri Thomae Bartholini librum de Angina puerorum:* Doctissimi etiam *Simonis Muysii opera Theologica;* quorum omnium authores sive eorum haeredes magno favore me afficiebant: Ea de causa ab invidioso & malevolo Syndico Bibliopolarum Parisiensiū pro tribunali Locumtenentis Civilis in Ius vocatus fui, ubi sententia contra me lata fuit, ut omnes libri mei quos excudendos curaveram, confiscarentur, de qua ut injusta ad curiam Parlamenti appellavi. Amicorum consilio res composita fuit, ut copiam librorum meorum denuo haberem, urbe discederem, atque intra annum ibi non redirem: Habent enim Bibliopolae Parisienses id privilegii, quod Librarii extranei semel tantum quolibet anno illuc venire debeant distribuendorum librorum suorum gratiâ: Nisi tum etiam Viros aliquos magnae authoritatis mihi faventes habuissem, causa mea quanquam justa, non sine magno meo damno, & dispendio temporis ad finem perduci potuisset. Ecce causam discessus mei tum temporis Parisiis totâ viâ Iacoboea id sciente, ubi etiam post annum libere reversus fui nullo me molestiâ afficiente."

Omtrent dit verblijf van VLACK in Frankrijk, dat, naar het voorgaande gedurende de jaren 1642 tot 1648 moet hebben plaats gehad, schijnt verder niets bekend te zijn.

10. Van Parijs keerde hij naar zijn vaderland terug en vestigde zich als boekhandelaar te 's Gravenhage. In die zelfde voorrede laat hij zich daarover aldus uit.

„Postquam tam iniquè tam in Anglia quam in Gallia excep-

tus fueram, visum fuit in patriam reverti, hîcque Hagae-Comitum aetatem degere: ubi quomodo me geram, sciunt qui me noscunt, meque vocatione mea pro virili fungi, virisque doctis & probis conari placere: Caetero bonâ conscientiâ fretus, atque adversa quae mihi contigerunt, aequo animo tolerans, nihil curo, quidcunque malevoli sinistrè de me spargant. Si Miltonius in patria sua pro Viro probo agnoscitur, gaudeat: sed audio quòd multi Angli qui eum cognoscunt, aliter de eo judicent: Ego ex rumore nihil decernere volo, imò si quid infame de eo mihi pro certo compertum essct (sic), didici melius esse id silere quam divulgare: sed ad rem veniamus cujus me fatentem testem producit."

Behalve de aangehaalde Tabulae Sinuum van 1661, 1665, 1666 (zie N°. 4) en deze strijdschriften van 1652, 1654. 1655, gaf onze VLACK te 's Hage o. a. uit.

in 1653. Vitaulium Hofwijck, Hofstede van den Heere VAN ZUYLICHEM.

in 1656 H. LAUNOY, De Aristotelis Fortuna &c. 2ª Ed. in 4°.

in 1658. Anat. Reform. Bartholyn., vertaald door STAFFARD.

in 1660. Verhael in forme van Journael van CAREL II, Koning van Engeland in Hollant. 25 Mey tot 2 Juny 1660. fol. (met gedicht van JACOB CATS). Dit werk kwam ook in het Fransch uit in hetzelfde jaar met den titel, Relation .... du sejour de CHARLES II en Hollande.

11. Het laatste gedeelte van zijne voorrede bevat wel geene tot nog toe onbekende bijzonderheden omtrent zijn levensloop, maar het is te merkwaardig wegens de uitdrukking zijner persoonlijke gevoelens, die anderen zeker met hem deelden, om het niet hierachter mede te deelen.

„Jam dixi supra me scripsisse Hartlibio, ut si Miltonius haberet aliquid excudendū pro responsione ad praedictum librum, cui titulus *Regii sanguinis clamor &c.* procuraret, ut mihi mitteretur. Scripseram etiam quod mirabar, ipsum adeo malè interpretari, quod librum istum sub meo nomine Regi CAROLO II dicatum publicassem. Causam addidi, quòd ut id facerem rogatus eram, & quod nomen meum ut Typographi ibi appositum, magnam offensionem non mereatur: nam saepe Typographi intelligant ex quibus nomen suum in talibus occasionibus sub-

scribunt: Et quid si nomen meum ibi appositū non fuisset? Quid si anonymi cujusdam? Dicet fortasse quispiam, me non debuisse offendere eum, qui me nunquā laeserit. Recte: Sed audi quidnam me ad id induxerit (sic).

Sciunt omnes quibuscum conversatus fui in Anglia, Gallia, Hollandia, &c me ab initio motuum Britannicorum aliquantulum favisse causae Parlamentariae, naturali & insito nostrae genti amore libertatis multùm fortasse eò contribuente, atque certissimè mihi persuadebam, istos motus Parlamentariis non bene successuros, nisi amicitiam cum Foederatis Belgii Provinciis conservarent. Bellum illud, quod deinde inter utramque nationem gestum fuit, adeo detestabile mihi videbatur, ut authores ejus & fautores detestarer Cane pejus & Angue. Bellum, inquam, illud nobis injuste (ut mihi persuadebam) illatum, animum meum, sicut & omnium qui meae opinionis fuerant, adeo abalienaverat, ut Regiae parti magis addicti esse coeperimus quam Parlamentariae: Quis enim amet illos, quos hostes esse nostros, & in ruinam nostram conjurare judicamus? En causam, quae me etiam Miltonium Defensorem Populi Anglicani, non tanti aestimare, ut antea, movit: quod mirum non fuisse, ipse facilè judicare potuisset, si scivisset me esse Hollandum; & nisi post pacem factam ultionem spiraret, homini probo indignam. Quam tempestivè haec Defensio nunc in lucem prodeat, judicare quilibet facilè potest, & an non melius fuisset tempore belli id fecisse, quam nunc, contra intentionem secundi Articuli Pacis, injuriarum praeteritarum, si quae factae sunt, meminisci. Optarem certè ut Magistratus ab utraque parte hujusmodi injuriosos & calumniosos libros severè prohiberet, qui non nisi novis animorum motibus concitandis, medicatoque vulneri refricando inserviunt: Dominos certè Ordines Generales harum provinciarum omnimodò id curaturos firmissimè mihi persuadeo Ego qualis qualis (sic) *Idiota & Operarius* (uti Miltonius, eheu, quantae eruditionis typho inflatus! me nominat pag. 25.) haec quali quali *manu atramentariâ* (ut idem futilis Rhetor garrit pag. 26.) utcunque scripta, huic editioni adjungere necessarium duxi: hoc solummodo addens, Miltonium magis prudentiae suae quam tantopere ubique jactat, consulturum fuisse, si seriò inquisivisset, quis author illius libelli esset, quam ex sinistra su-

spicione aut perversa informatione D. Morum pro authore ejus sumere, & contra eum tam atrociter fulminare, cujus eum non esse certo certius est. Eandam culpam commissam fuisse in *Responsione Philippi Angli ad Apologiam Anonymi cujusdam &c.* aliquando Hartlibio scripsi, cujus libri authorem esse Miltonium, saltem ejus consilio publicatum, firmissimè creditur: Eoque minus hoc facere debuisset, quod Hartlibio etiam ante biennium scripseram, D. Morum non esse authorem libri cujus titulus, *Regii sanguinis Clamor*, &c., qui mihi respondit 29 Octobris 1652. his verbis ex Anglico translatis. *Gaudeo quod mihi scripseris, Morum non esse authorem istius vilissimi & injuriosi libelli.* Estne ergo ille homo suae mentis satis compos, qui aliter scribit quam novit, & ex malevolorum tantùm & mendacium quorundam hominum perversa infirmatione toti mundo imponere & proximum calumniis & nigerrimis mendaciis diffamare studet? Nisi fortè de aliis malè loquendo, opinionem de se meliorem reddere speret. Vereor sanè ne talis Defensor Populi Anglicani sic faciendo causam ejus multùm suspectam reddat, & nomini suo, si quod habet, stigma inurat. D. Morus certe mihi scripsit, quamprimum hanc Miltonii defensionem legit, se ejus plus misereri, quam ex lectione illius commotum fuisse, Deumque precari, ut ejus etiam misereatur; quod & ipsi ex animo precor. Et sic Ego manum de Tabulâ. Vale. A. VLACQ."

Men ziet hieruit, hoe VLACK ruiterlijk voor zijne gevoelens uitkomt, en zijne houding in deze zaak uiteenzet en verdedigt, in termen, die in dien tijd zeker als zeer gematigde werden gerekend.

12. En hiermede moeten wij van onzen VLACK afscheid nemen. Kan het voorgaande dienen, om menige onzekerheid en misverstand omtrent zijn persoon weg te nemen, er blijft nog voorzeker genoeg voor later onderzoek over.

Als eene onderstelling, die misschien waarschijnlijk mag heeten, geef ik het volgende:

Voor de eerste uitgaaf der „Tabulae Sinuum etc. in 8°." wordt opgegeven „Gouda 1636" (zie § 4).: zij is echter door mij nimmer aangetroffen; daarenboven was VLACK toen reeds met

der woon in Engeland gevestigd (zie § 7, 8). Genoemde aanhaling heeft de eene bibliograaph den anderen nageschreven maar geen dier bibliographen vermeldt de „Nieuwe Telkonst in 8°. van EZ. DE DECKER, Gouda 1626 8°.", die reeds dergelijke tafels bevatte, (zie het eerste Opstel dezer Bouwstoffen). Kan het nu ook wezen, dat bij het zeldzaam voorkomen dezer Nieuwe Telkonst, de datum 1626 in 1636 is veranderd geraakt, de inhoud voor den titel in de plaats is gekomen, — te meer daar de latere uitgaven der „Tabulae Sinuum" genoeg bekend zijn geweest, — en alzoo die „Nieuwe Telkonst te Gouda van 1826" genoemd is geworden: de eerste uitgaaf der kleine tafels van VLACK in 1636 te Gouda in het licht verschenen?

Eene enkele verkeerde aanhaling verkrijgt soms, door maar dikwijls genoeg te worden overgeschreven, het gewicht eener geschiedkundige waarheid.

# AANTEEKENINGEN.

---

[1]) ARITHMETICA || LOGARITHMICA, || SIVE || LOGARITHMORVM || CHILIADES CENTVM PRO || Numeris naturali serie crescentibus || ab Vnitate ad 100000. || VNA CVM || CANONE TRIANGVLORVM || SEV TABVLA ARTIFICIALIVM || Sinuum, Tangentium & Secantium, || ad Radium 10,00000,00000. & ad singula || Scrupula Prima Quadrantis. || QVIBVS NOVVM TRADITVR COMPENDIVM, QVO NVL- || *lum nec admirabilius, nec utilius solvendi pleraque Proble-* || *mata Arithmetica & Geometrica.* || HOS NVMEROS PRIMVS INVENIT || Clarissimus Vir JOHANNES NEPERVS Baro || Merchistonij: eos autem ex ejusdem sententiâ mutavit, eorum- || que ortum & usum illustravit HENRICVS BRIGGIVS || in celeberrimâ Academiâ Oxoniensi Geome- || triae Professor Savilianus. || *Editio Secunda aucta per* ADRIANVM VLACQ *Goudanum:* || DEVS NOBIS VSVRAM VITAE DEDIT ET INGENII, || TANQVAM PECVNIAE, NVLLA || PRAESTITVTA DIE. || GOVDAE. || Excudebat Petrus Rammasenius. || M.D.C.XXVIII. || *Cum Privilegio Illustr. Ord. Generalium.* || in folio.

[2])* De fransche uitgave heeft tot titel

ARITHMETIQVE || LOGARITHMETIQVE || OV || LA CONSTRVCTION ET || VSAGE d'VNE TABLE CONTENANT || les Logarithmes de tous les Nombres de- || puis l'Vnité jusques à 100000. || ET || D'VNE AVTRE TABLE EN || laquelle sont comprins les Logarithmes des Sinus, || Tangentes & Secantes, de tous les Degrez & Minutes du quart du || Cercle, selon le Raid de 10.00000.00000. parties. || PAR LE MOYEN DESQVELLES ON RESOVLT TRES-FACI- || *lement les Problemes Arithmetiques & Geometriques.* || CES NOMBRES PREMIEREMENT || sont inventez par JEAN NEPER Baron de || Marchiston: Mais HENRY BRIGS Professeur de la || Geometrie en l'Vniversité d'Oxford, les a || changé, & leur Nature, Origine, & || Vsage illustré selon l'inten- || tion du dit NEPER. || LA DESCRIPTION EST TRADVITE DV LATIN EN || *François, la premiere Table augmentée, & la seconde* || *composée par* Adriaen Vlacq. || DIEV NOVS A DONNÉ L'VSAGE DE LA VIE ET D'EN- || TENDEMENT, PLVS QV'IL N'A

FAIT ‖ PAR LE TEMPS PASSÉ. ‖ A GOVDR. ‖ Chez Pierre Rammasein. ‖ M.DC.XVIII. ‖ *Avec Privilege des Estats Generaux.* ‖ in folio.

Beide uitgaven bestaan uit

VIII bladz (zonder signatuur of pagineering) bevatten titel, voorreden (3 bladz) de verbeteringen (1 bladz.) die dikwerf ontbreekt zij bevat 156 verbeteringen.

a—g (blz. 1—79 in de latijnsche, blz. 1—84 in de fransche uitgave) bevatten de XXX Hoofdstukken met verklaring, regels enz. ieder vel heeft 12 bladz. zooals verder overal.

A—Kkk (660 bladz. zonder pagineering) die de tafels met logarithmen bevatten. In de latijnsche uitgave is de titel

„CHILIADES CENTVM ‖ LOGARITHMORVM ‖ PRO NVMERIS AB VNITATE ‖ ad 100000.

In de fransche uitgave vindt men den hollandschen titel

TAFEL ‖ DER ‖ LOGARITHMI ‖ VOOR DE GHETALLEN ‖ van 1 af tot 100000."

De Differentien der logarithmen vindt men in eene afzonderlijke kolom. Aan het hoofd der tafels is het nummer der „Chilias" aangegeven: de drie laatste bladzijden zijn wit.

Lll—Sss (91 bladzijden zonder pagineering): De titel is

CANON TRIANGVLORVM ‖ SIVE ‖ TABVLA ARTIFICIALIVM ‖ Sinuum, Tangentium & Secantium ‖ Ad Radium 10.00000.00000. & ad singula Scrupula Prima (in de fransche uitgave „Primo") Quadrantis."[4])

De kolommen hebben tot hoofden

SINVS; SIN. COMPL.; TANG; TANG. COMPL.; SECAN; SEC. COMPL."

De verschillen staan telkens tusschen de opeenvolgende waarden in: zoodat men door optelling gemakkelijk beproeven kan of de waarden goed zijn. VLACK zegt zelf in zijne voorrede der fransche uitgave.

„Ce qui pourra grandement servir à re- ‖ cognoistre les fautes d'impression, (s'il y en a paradventure quelques unes aux Dif- ‖ ferences) & par icelles Differences derechef pourront estre corrigées les fautes ‖ des Sinus, Tangentes, & Secantes mesmes. Voire on les pourra mettre à la preuve."

[3]) Deze brief gericht aan PELL, en gedateerd den 25sten October 1628, is te vinden in de „Letters on scientific subjects. Birch Manuscripts of the British Museum" uitgegeven door de Historical Society of Science, onder redactie van Mr. HALLIWELL.

[4]) Logarithmicall Arithmetike; or, Tables of Logarithms for absolute numbers from an unit to 100.000.

London. printed for GEORGE MILLER. 1631. in folio.

De Engelschman WILSON, in zijne voorrede voor de derde uitgave van ROBERTSON's „Navigation", beweerde reeds, dat de exemplaren van VLACK's Logarithmentafels door Engelschen waren opgekocht, en in 1631 onder een engelschen titel werden uitgegeven. De identiteit der exemplaren van MILLER's Tafel met die van VLACK, is door den heer GLAISHER bewezen, vooreerst door het onderling vergelijken van den druk der bladzijden: voorts door de volgende bijzonderheid. In de groote tafels van VLACK werden voor de getallen 4776 tot 4780 gedrukt 3376 tot 3380: om dit te verhelpen werd een klein strookje papier met de eerste nummers over de verkeerde heen geplakt. Die zelfde correctie nu vindt men evenzeer bij de tafels van MILLER.

[5]) Magnus Canon Logarithmorum tum pro Sinibus ac Tangentibus, ad singula decem secunda, tum pro numeris absolutis ab unitate ad 100000.

Typis sinensibus in aula Pekeniensi jussu Imperatoris excusus 1721.

3 Deelen folio op Chineesch papier gedrukt.

[6]) TRIGONOMETRIA || BRITTANNICA || SIVE || DE DOCTRINA TRIANGVLORVM || LIBRI DVO. || Quorum PRIOR continet Constructionem Cano- || nis Sinuum Tangentium & Secantium, unà cum Lo- || garithmis Sinuum & Tangentium ad Gradus & Gra- || duum Centesimas & ad Minuta & Secunda Centesimis respondentia: || A Clarissimo Doctissimo Integerrimoque Viro Domino HENRICO || BRIGGIO Geometriae in Celeberrima Academia Oxoniensi || Professore SAVILIANO Dignissimo, paulo ante inopinatam || Ipsius e terris emigrationem compositus. || POSTERIOR verò usum sive Applicationem Ca- || nonis in Resolutione Triangulorum tam Planorum || quam Sphaericorum e Geometricis fundamentis || petitâ, calculo facillimo, eximiisque compendiis exhibet: || Ab HENRICO GELLIBRAND Astronomiae in Collegio || Greshamensi apud Londinenses Professore constructus. || *Ex angulis latera, vel ex lateribus angulos, & mixtim in Triangulis tam planis quam Sphaericis,* || *assequi, summa gloria Mathematici est: Sic enim Coelum & Terras & Maria* || *foelici & admirando calculo mensurat.* Franc: Vieta. || GOVDAE, || Excudebat Petrus Rammasenius, || M.DC.XXXIII. || *Cum Previlegio.* || In folio.

VIII bladzijden zonder signatuur of pagineering, die bevatten: een verkorte titel, de aangehaalde titel, de opdracht aan acht Engelsche edellieden, de commissie ter verkiezing van de Saviliaansche Professoren te Oxford, de voorrede („Mathematum Cultoribus") en de „Errata", zeven in getal: ieder dezer stukken bevat één bladzijde.

A—O (blz. 1—110): bevatten twee boeken van Trigonometria, met de grondregels van de Logarithmotechnie. Achter deze volgt een los blad, waarop de laatste kolom voorkomt, die in de plaats moet komen van de laatste kolom op de bladzijde 8.

a—z (270 bladz. zonder pagineering) met den titel

CANONES || SINVVM || TANGENTIVM || SECANTIVM || ET || LOGARITHMORVM || pro SINVBVS & TANGENTIBVS, || ad Gradus & Graduum Centesimas, || & ad Minuta & Secunda Centisimis respondentia.

De waarden zijn in tien mantissen gegeven: met de verschillen, die tusschen de opeenvolgende waarden staan, zooals toen de gewoonte was, en bij al de groote Tafels van VLACK plaats vindt. De hoeken klimmen in deze tafels op bij een honderdste gedeelte van een graad. Op iedere bladzijde komen zeven kolommen voor met de hoofden

Centesimae; Sinus; Tangentes; Secantes; Logarithmi Sinuū; Log. Tangent.; M: S.

waarvan de laatste kolom de minuten en seconden bevat, die overeenkomen met de honderdste deelen van den graad.

7) TRIGONOMETRIA || ARTIFICIALIS: || SIVE || MAGNVS CANON || TRIANGVLORVM || LOGARITHMICVS, || Ad Radium 100000.00000, & ad dena Scrupula Se- || cunda, ab ADRIANO VLACCO || Goudano Constructus. || *Cui Accedunt* || HENRICI BRIGGII Geometriae Professoris in || Academii Oxoniensi P. M. Chiliades LOGARITHMORVM || Viginti pro numeris naturali serie crescentibus || ab Vnitate ad 20000, || Quorum ope TRIANGVLA PLANA & || SPHAERICA, inter alia Nova eximiaque compendia è Geometricis || fundamentis petita, solâ Additione, Subtractione, || & Bipartitione, exquisitissimè || dimetiuntur. || KEPLERVS *Harmonic. Lib. IV. Cap. VII. pag.* 168. || GENERA quidem Mathematica, non sunt aliter in Animâ, quam Vniversalia caetera, conceptusque varii, abstracti à sensibus: || at SPECIERVM Mathematicarum illa, quae Circulus dicitur, longè aliâ ratione inest Animae, non tantum ut Idea rerum || externarum, sed etiam ut forma quaedam ipsius Animae; denique ut promptuarium unicum omnis Geometriae & || Arithmeticae scientiae: quorum illud in doctrinâ Sinuum, hoc *in mirabili Logarithmorum negotio* || est evidentissimus; *ut in quibus ex Circulo ortis, abacus quidem inest omnium Multiplicationum & Divisionum quae unquàm* || *fieri possunt, veluti jam confectarum.* || GOVDAE, Excudebat Petrus Rammasenius. || ANNO M.DC.XXXIII. || *Cum Previlegio.* || in folio.

VIII bladzijden zonder signatuur of pagineering, waarin een verkorte titel, de aangehaalde titel, eene opdracht (van twee bladzijden) aan den „Princeps Carolus Ludovicus, Comes Palatinus, Elector." de voorrede (van twee bladzijden).

A—G (blz. 1—52) bevatten de twee boeken „de Triangulis Planis" en „de Triangulis Sphaericis".

a—z (270 bladz. zonder pagineering) met den titel

MAGNVS CANON || TRIANGVLORVM || Continens, || LOGARITHMOS, Sinuum || & TANGENTIUM ad dena Scrupu- || la Secunda.

Deze tafels bevatten de waarden voor elke tien seconden, in tien mantissen; iedere bladzijde heeft zeven kolommen met de hoofden:

SINUUM Logarithmi; Differ., Sin. Comple. Logarithmi; Dif., TANGEN.. Logarithmi; Differ. Communis; Tang. Compl Logarithmi.

A—M (136 bladz. zonder pagineering) met den titel

H. BRIGGII TABVLA || SIVE || CHILIADES VIGINTI || LOGARITHMORVM pro numeris naturali || Serie crescentibus ab Vnitate || ad 20000.

Iedere bladzijde bevat drie kolommen, die ieder wederom in drie anderen zijn onderverdeeld: deze hebben de hoofden:

Nu: Logarithmi; Differ.;

zoodat ieder geheele kolom voor vijftig opeenvolgende getallen geldt.

Op de laatste bladzijde komt de lijst der „Errata" voor; 79 in de Logarithmen en 40 in de verschillen.

8)* TAFELS || VAN || SINUS || TANGENTES, || SECANTES: || *Ende van de* || LOGARITHMI || *Van de* || SINUS, TANGENTES, || Ende van de Getallen van 1 af || tot 10000 toe. || *Nevens de maniere om door de selfde allerley* || *Drie-hoecken, ende veele Astronomische ende* || *Interest-Reeckeninghen te resolveren.* || Door A. VLACQ. || *In 's* GRAVEN-HAGE. || By ADRIAEN VLACQ, || M.DC.LXI. in 8°.

A—C blz. 1—48.)

A—M (182 bladzijden) bevat:

CANON || SINUUM, || TANGENTIVM, || SECANTIUM; || ET || LOGARITHMORVM || Pro Sinubus & Tangentibus || ad Radium 10000000.

M—S (102 bladzijden) bevat:

TABULA || LOGATITHMORUM (sic) || Pro numeris ab 1. || ad 10000.

9)* TABULAE || SINUUM || TANGENTIVM, || SECANTIUM: || ET || LOGARITHMORUM || Pro SINUBUS, TANGENTIBUS, || ET NUMERIS || Ab Unitate ad 10000, || *Vna cum Methodo facillimè illarum ope resolven-* || *di omnia Triangula Rectilinea & Sphaerica, & plu-* || *rimas Quaestiones Astronomicas, aliasque difficiliores.* || In ordinem digestae *per* A. VLACQ. || HAGAE-COMITVM. || Ex Typographia ADRIANI VLACQ, || M.DC.LXV. || in 8°.

A—C (blz. 1—45 en vier witte bladz.) Verder A–S als in de uitgaaf van 1661 te 's Hage.

10)* TABLES || DE || SINUS || TANGENTES, || SECANTES: || ET DE || LOGA-

RITHMES || Des SINUS, TANGENTES, || Et des Nombres depuis l'Unité jusques à 10000. || AVEC || Une Methode de resoudre tres-facilement, par le moyen d'icelles tous les Triangles Re- || ctilignes & Spheriques, & plusieurs Questions || Astronomiques & d'Interests. || *Par* A VLACQ. || A LA HAYE: || Chez ADRIAN VLACQ. || M.DC.LXVI.

A—C. blz. 1—46 en 2 witte bladzijden.

Verder A—S als in de uitgave 1661 te 's Hage.

De tafels zijn in de drie Haagsche uitgaven volkomen dezelfde zelf de fout in den tweeden gedeeltelijken titel Logatithmorum vindt men daar overal terug.

11)* TABLES || DES || SINUS, || Tangentes, Secantes: || ET DE LEURS || LOGARITHMES: || Comme aussi || Des Nombres depuis l'unité jusques à 10000. || AVEC || La Methode de resoudre tres-facilement par le || moyen d'icelles tous Triangles rectilignes & Sphé- || ques (sic) & plusieurs Questions Astronomiques. || *Recueillies par* A VLACQ. || A AMSTELRE DAM. || Par HENRI DONCKER, en la Nieu-brug- || stegue, à l'enseigne des Utensiles des Pilotes. 1665. || in 8°.

A, B, bevat: titel en in verso een kort „AU LECTEUR" etc. d errata (4 in getal); dan „l'usage des tables" enz. V hoofdstukken en Appendix (blz. 3 à 32).

12)* Tabellen der || SINUUM || TANGENTIUM || und || SECANTIUM: || wie auch der || LOGARITHMORUM || Vor die || SINUBUS TANGENTIBUS, || Und die Zahlen von 1. bis 10000. || Sampt Arth und Weise leichtlich durch derselben hülffe allerley Drey-ecken, Grade-linische und Sphaerische, || auch viel andere dergleichen schwäre Astronomische || Fragen auff zu lösen. || In ordnung gebracht durch ADRIAN VLACQ. || Zu Amsterdam, || Bey JOAN von RAVESTEYN, || Im Jahr 1673. || in 8°.

A—C. (blz. 1—48, hoogduitsch).

A—S hetzelfde werk als in de uitgave van 1661 Noot (8), bevat ook de drukfout „Logatithmorum."

13)* TABULAE || SINUUM, || TANGENTIUM, || ET SECANTIUM, || ET || LOGARITHMI || SINUUM, TANGENTIUM, || & Numerorum ab unitate ad 10000. *Cum Methodo facillimâ, illarum ope, resolvendi omnia* || *Triangula Rectilinea & Sphaerica, & plurimas* || *Quaestiones Astronomicas.* || Ab A. VLACQ. Editio ultima emendata & aucta || vignette met het motto „TANDEM FIT SURCULUS ARBAR," || AMSTELAEDAMI, || *Apud* Henricum & *Viduam* Theodori Boom, || CIↃIↃCLXXXI. || in 8°.

A—C (blz. 1—48).

A—M (182 bladzijden) bevat:

CANONES || SINUUM, || TANGENTIUM, || SECANTIUM: || ET || LOGARITHMORUM || PRO || SINUBUS || ET || TANGENTIBUS. ||

M—S (102 bladzijden) bevat:

H. BRIGGII || TABULA || LOGARITHMORUM || Pro numeris naturali serie crescen- || tibus ab Unitate ad 10000.

14)* Dezelfde titel en hetzelfde werk. Slechts volgt in den algemeenen titel op „Editio"

ultima ab innumeris mendis, quibus || postrema scatebat, purgata. || AMSTELAEDAMI, || Apud JANSSONIO-WAESBERGIOS. || CIↃICCCXLII. || in 8°.

En in den bijzonderen titel leest men „BRIGII."

15)* Uitgave geheel dezelfde als de voorgaande. Uitgegeven AMSTELAEDAMI, || ex officina SCHOUTENIANA. || CIↃIↃCCLXXXIV.

16)* Nieuwe Konstige || TAFELEN, || Sinuum, Tangentium & Secantium, || ofte, van de || Hoeckmaten, Raecklijnen, en Snylijnen, || Met de || LOGARITHMIS, || der Hoeckmaten, en Raecklijnen, || Als mede || de LOGARITHMI passende op de getallen || van 1 tot 10000. || Waer door alles alleenlijck met *Additie* en *Substractie* || lichtelijk kan uytgewerckt werden, || *Met sekere aenwijsinge om door deselve alle Rechtlinische en Clootsche* || *Driehoecken, met verscheyde Astronomische vraeg-stucken* || *op te lossen.* || t'Samen gestelt door A. VLACK. || *En vermeerdert* || Met een nieuw uyt-gerekende Tafel van de vergrooten- || de breedte, als mede de Tafel der Kromstreecken. || *Door* A. de GRAEF. || t'AMSTERDAM, || By *Hendrick Doncker*, Boeck-verkooper en Graet-booge- || maker, in de Nieuwe-brug-steeg, 1665 || in 8°.

A—C (blz. 1—40).

A—M (blz. 1—181 gepagineerd) met den titel

CANON || SINUUM, || TANGENTIUM, || SECANTIUM, || Ad Radium 100000.00 || ET || LOGARITHMORUM || Pro Sinubus, Tangentibus & Secantibus || ad Radium 10.0000000.

N—S (blz. 183—284, gepagineerd) met den titel

TABULA || LOGARITHMORUM || Pro numeris ab 1. ad 10000.

S—Hh (blz. 285—491 gepagineerd) bevat de sterrekundige tafels.

17)* Tabellen || der || SINUUM || TANGENTIUM, || und || SECANTIUM, || wie auch der || LOGARITHMORUM || vor die || SINUS TANGENTES, || und die Zahlen von 1 bis 100000. || Sammt Art und Weise/leichtlich || durch derselben Hülffe allerley Drey-Ecken/ || Gerade-linische und Sphärische/ auch viel andere || schwere Astronomische Fragen auf- || zulösen. || In Ordnung gebracht || durch || ADRIAN VLACQ. || Franckfurth und Leipzig/ || Bey Joh. Friedrich Fleischer/ || MDCCXXXVIII. in 8°.

Bladz. 1—48 Gebrauch u. s. w.

182 blz. CANONES SINUUM enz.

100 blz. H. BRIGII TABULA LOGARITHMORUM, enz.

18)* Tabellen || der || SINVVM, || TANGENTIVM, || und || SECANTIVM, || wie auch der || LOGARITHMORVM || für die || SINVS TANGENTES, || und die Zahlen von 1 bis 10000. || Samt Art und Weise, leichtlich durch || derselben Hülffe allerley Drey-Ecken, || gerad-linische und sphärische, auch viel || andere schwere astronomische Fragen || aufzulösen. || In Ordnung gebracht || durch || ADRIAN VLACQ. || Franckfurt und Leipzig, || bey Johann Friedrich Fleischer. || 1748. || in 8°.

A—C (blz. 1—48, hoogduitsch).

A—S dezelfde tafels en dezelfde titels als in de uitgave. Amst. 1742.

19)* ADRIANI VLACQ || TABVLAE || SINVVM, || TANGENTIVM, || ET SECANTIVM: || LOGARITHMI || SINVVM TANGENTIVM, || ET NVMERORVM AB VNITATE AD 10000. || CVM METHODO FACILLIMA, ILLARVM OPE, || RESOLVENDI OMNIA TRIANGVLA RECTILINEA || ET SPHAERICA, ET PLVRIMAS QVAESTIONES || ASTRONOMICAS. || EDITIO NOVA ET EMENDATA || A || JOHANNE JACOBO HENTSCHIO. || FRANCOFVRTI ET LIPSIAE. || IMPENSIS JOH. FRIEDR. FLEISCHERI. || CIↃIↃCCLVII. || in 8°.

A—C (blz. 1—40, latijn).

A—M (bladz. 1—180 gepagineerd onder aan de bladzijden) met denzelfden titel als in de vorige uitgave, Leipzig 1748.

M—S (bladz. 1—102 zonder pagineering) met den titel:

TABULA || LOGARITHMORUM || PRO || NUMERIS NATURALI SERIE || CRESCENTIBUS A 1 || USQUE AD 10000.

20)* ADRIAN VLACQ || Tabellen || der || SINVVM, || TANGENTIVM, || SECANTIVM: || Logarithmi der Sinuum || Tangentium und der Zahlen || von 1 bis 10000. || Samt einer Methode/ vermittelet dieser || Tabellen die geradelinichten und sphärischen Triangel/ || wie auch allerhand astronomische Fragen || aufzulosen. || Neue und verbesserte Auflage || von || Johann Jacob Hentschen. || Franckfurt und Leipzig/ || verlegts Johann Friedrich Fleischer. || 1763. || in 8°.

A—C (blz. 1—48, hoogduitsch).

A—S hetzelfde werk en dezelfde titels als in de uitgave, Leipz. 1757.

21)* Adrian Vlacqs || Tabellen || der || Sinus/ Tangenten || und || Secanten/ || nebst den || Logarithmen || der || Sinus und Tangenten/ || ingleichen || aller ganzen Zahlen von 1 bis 10000. || Neue verbesserte und mit andern nützlichen || Tabellen vermehrte Auflage/ || herausgegeben || von || Johann Jacob Ebert. || Franckfurt am Mayn/ || bey Johann Georg Fleischer. 1790. || in 8°.

Bladz. I—XXIV. Einleitung.

Bladz. N°. 1—N°. 181. CANONES || SINVVM, || TANGENTIVM, || SECANTIVM; || ET || LOGARITHMORVM || PRO || SINVBVS || ET || TANGENTIBVS.

Bladz. N°. 182—243. TABVLA || LOGARITHMORVM || SINVVM ET TANGENTIVM || PRO || SINGVLIS MINVTIS SECVNDIS || PRIMI GRADVS.

100 Bladz. TABVLA||LOGARITHMORVM||PRO||NVMERIS NATVRALI SERIE||CRESCENTIBVS||AB 1 VSQUE AD 10000.

(alle met zeven mantissen).

16 Bladz. TABVLA||NVMERORVM QVADRATORVM||ET||CVBICORVM||AB 1 VSQUE AD 10000.

16 Bladz. TABVLA||RADICVM QVADRATARVM||ET||CVBICARVM||PRO||NVMERIS NATVRALI SERIE||CRESCENTIBVS||AB 1 VSQVE AD 1000 (ook met zeven mantissen).

22)* ADRIANI VLACQ||TABVLAE||SINVVM, TANGENTIVM||ET||SECANTIVM||ET||LOGARITHMORVM||SINVVM,TANGENTIVM||ET||NVMERORVM||AB 1 AD 10000.||QVIBVS ADDITAE SVNT||TABVLAE||NVMERORVM QVADRATORVM||ET CVBICORVM||AB 1 AD 1000.||EDITIO NOVA, EMENDATA ET AVCTA||A||JOHANNE JACOBI EBERT.||LIPSIAE||APVD IO. BENJ. GEORG. FLEISCHER.||1808.||in 8°.

Bladz. VI. PRAEFATIO, bladz. VII—XXIV INTRODUCTIO.

Ook een Hoogduitsch voorwerk, met dergelijken (niet juist denzelfden) titel als het werk van de vorige noot: daarna een opdracht Dem Hochwohlgebohrnen Herrn Herrn Christoph Gottlob von Burgsdorf &c. bladz. V—VIII. Vorbericht, bladz. IX—XXIV. Einleitung.

Het schijnt vreemd, dat deze „Einleitung" eindigt met een voorbeeld van tweede-machts-worteltrekking, terwijl de „Praefatio" nog daarna een voorbeeld bevat van derde-machts-worteltrekking.

Daarop volgen dezelfde tafels, ook in dezelfde orde, als bij het werk van de vorige noot.

23)* ADRIANI VLACQ||TABULAE||TRIGONOMETRICAE AC LOGARITHMICAE||AB EBERTO ANNO 1808 EMENDATAE ET AUCTAE,||NUNC DENUO REVISAE ALITERQUE||DISPOSITAE||A||GOTTLOB NORDMANN.||EDITIOXX.||LIPSIAE||SUMPTIBUS FRIDERICI FLEISCHER.||1821. in 8°.

Met een hoogduitschen titel in verso.

Adrian Vlacq's||trigonometrische und logarithmische Tafeln||von Ebert im Jahre 1808 berichtigt und vermehrt, jetzt von neuem durchgesehen und anders eingerichtet||von||Gottlob Nordmann.||Zwanzigste Auflage.||Leipzig.||Bei Friedrich Fleischer.||1821. in 8°.

VIII en A—U.

Voorreden blz. V—VIII introductio (blz. 1—26): al deze 34 bladzijden zijn in twee deelen verdeeld: links staat de duitsche, rechts de latijnsche tekst.

Verder blz. 1—182, met den titel.

TABULA||SINVVM, TANGENTIVM||ET||LOGARITHMORVM||PRO||SINVBVS||ET||TANGENTIBVS.||TAFEL||der||SINVS, TANGENTEN||und ihrer||LOGARITHMEN.||

Achter de natuurlijke sinus &c. en den logarithmus daarvan, vindt men eene kolom met de Differentien voor 1". Verder blz. 184—285

TABVLA || LOGARITHMORVM || PRO || NVMERIS NATVRALI SERIE || CRESCENTIBVS || AB 1 VSQVE AD 10000. || TAFEL || der || LOGARITHMEN || der || ZAHLEN || IN IHRER NATVRLICHEN FOLGE || von 1 bis 10000.

Van het getal 101 af, vindt men de Differentien. Verder komen hier voor de getallen S, T, en V.

Blz. 287—302. Tafel van tweede en derde machten.

Blz. 307—313. Tafel van tweede en derde machtswortels.

Blz. 319—320. Tafel van de lengte van cirkelbogen met 8 mantissen.

24) Ephemerides Motuum Coelestium ad annos vulgaris aerae 1633, 1634, 1635 et 1636. Summa diligentia in Luminarium Motibus et Zyzygiis, ex Tabulis Lansbergianis ab Adriano Vlacco, Goudano; in reliquis Planetis ex Tabulis Rudolphinis a Joanne Keplero Mathematico Caesareae Majestatis, Supputatae. Cum instructione super earum usu.

Goudae, excudebat Petrus Rammasenius. 1632 in 4°.

Bevat: Praefatio.

bl. 5—32. " Instructio super usu Ephemeridum.

Ephemeris motuum coelestium ad annum Christi 1633; 26 blz.

Ephemeris motuum coelestium ad annum Christi 1634; 26 blz.

Ephemeris motuum coelestium ad annum Christi 1635; 26 blz.

Ephemeris motuum coelestium ad annum Christi 1636; 26 blz.

25)* PHILIPPI LANSBERGI || TABVLAE || MOTVVM COELESTI- || VM PERPETVAE; || EX omnium temporum || Observationibus constructae, || temporumque omnium || Observationibus || Consentientes. || ITEM || *Novae et genuinae Motuum coeles-* || *tium* THEORICAE. || & || Astronomicarum observationum || THESAVRVS. || MIDDELBVRGI ZELANDIAE, || Apud || ZACHARIAM ROMANVM, || M.DC.XXXII. || in folio.

De titel is gegraveerd, en versierd met de beelden van Tycho Brahe, Rex Alfonsus, Ptolemaeus, Aristarchus Samius, Hipparchus Rhodius, Albategnius, N. Copernicus en P. Lansbergius, met den zinspreuk „Hinc omnia lustrat."

24 bladzijden (waarvan alleen de laatste gepagineerd) bevatten het voorwerk.

C—G, (blz. 25—80).

Aa—Qq, (blz. 1—180).

Aaa—Qqq, (blz. 1—186 en 4 blz. „Index").

Daarachter een bladzijde met een Zwaan „NIL PENNA, SED SERIES || LUGDUNI BATAVORUM, || Ex officinâ Typographicâ || GVILIELMI CHRISTIANI. || Anno CIↃIↃCXXXII.

26) REGII SANGUINIS || CLAMOR || AD || COELUM || adversus parricidas || Anglicanos. || HAGAE COMITUM. || *Ex Typographia* ADRIANI VLACQ. || M.DC.LII. 12°.

Bevat eene opdracht aan Karel II van „A. Vlac" zelven [*Epistola Dedicatoria.* Carolo II. Dei gratia magnae Brittanniae Franciae & Hiberniae Regi Defensori Fidei &c. (10 bladz.)] eene voorreden [Lectori Christiani (3 blz.)]. Daarop volgen bladz. 1—148. Het boekje zelf geeft den naam van den schrijver niet aan.

JOANNIS MILTONI || DEFENSIO || SECUNDA || pro Populo Anglicano || contra infamem Libellum anonymum || cujus Titulus „*Regii Sanguinis Clamor* || *ad Coelum adversus parricidas anglicanos.*" || Accessit || ALEXANDRI MORI || Ecclesiastae, Sacrarumque literarum || Professoris, || FIDES PUBLICA || Contra calummias JOANNIS MILTONI, || Scurrae. ||

HAGAE COMITUM. || *Ex Typographia* ADRIANI VLACQ. || MDCLIV. in 12°.

Vóór het werk komen de voorrede [Lectori (3 bladz.)] „Typographus pro se ipso" (12 bladz.)

Dan volgt

„Miltoni Defensio Secunda" (bladz. 1—128) Alex. Mori Fides Publica (bladz. 1—129). „Typographus Lectori" (2 bladz.) „Alex. Mori Supplementum Fidei publico" HAGAE COMITUM. *Ex Typographia* ADRIANI VLACQ. MDCLV. in 12°.

Dit is de beschrijving van een exemplaar uit de Cambridge University Library.

Een afdruk van het eerstgenoemde dezer werken berust in de Koninklijke Bibliotheek in den Haag; maar dit is in 4°. op zwaar papier: bovendien heeft het werk zelf niet 148 máar 172 bladz., waarvan de laatste eenige verzen bevatten.

27)* NOTICE RESPECTING SOME NEW FACTS || IN THE EARLEY HISTORY OF LOGARITHMIC TABLES || BY || J. W. L. GLAISHER, B. A., F. R. A. S, || FELLOW OF TRINITY COLLEGE, CAMBRIDGE. ||

= The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Fourth Series. Vol. 44 N°. 294. Octob. 1872.

28)* TABLES || OF || LOGARITHMS, || for || *All* NUMBERS *from* 1 *to* 120100, || AND || *for the* SINES *and* TANGENTS, *to every ten* || *seconds of each degree in the Quadrant; as* || *also, for the* SINES *of the first* 72 *minutes* || *to every single second:* || WITH || other useful and necessary TABLES. ||

By WILLIAM GARDINER. || LONDON : || Printed for the AUTHOR, in *Green Arbour Court*, naar *St. Sepulchre's* Church, *Snow-hill*, || by G. SMITH, in *Stanhope-street, Clare-market*. || in 4°.

29)* TABLES || DE || LOGARITHMES, || CONTENANT || Les Logarithmes de nombres, depuis 1 jusqu'à 102100, & les || Logarithmes des Sinus & des Tangentes, de 10 en 10 secondes, pour || chaque degré du quart de Cercle, avec différentes autres Tables, || PUBLIÉES CIDEVANT EN ANGLETERRE || Par Monsieur GARDINER. || NOUVELLE EDITION, Augmentée des Logarithmes des Sinus & Tangentes, pour chaque seconde des quatre premiers degrés. || A AVIGNON, || chez J. AUBERT, Imprimeur-Libraire, rue de l'Epicerie. || M.DCC.LXX. || in 4°.

30)* Vollständige Sammlung || grösserer || logarithmisch-trigonometrischer || TAFELN, || nach || Adrian Vlack's || ARITHMETICA LOGARITHMICA, und || TRIGONOMETRIA ARTIFICIALIS, || verbessert, neu geordnet und vermehrt || von || Georg Vega, || Major und Professor der Mathematik beym kayserl. königl. Bombardierkorps, und || Correspondenten der königl. grossbr. Gesellschaft der Wissenschaften || in Göttingen. Mit Röm. kayserl. allergnädigsten Privilegio. || Leipzig, || in der Weidmannischen Buchhandlung || 1794. in folio.

Ook met den latijnschen titel:

THESAURUS || LOGARITHMORUM || COMPLETUS || EX || ARITHMETICA LOGARITHMICA, ET EX TRIGONOMETRIA || ARTIFICIALI || ADRIANI VLACCI || COLLECTUS, || PLURIMIS ERRORIBUS PURGATUS, || IN NOVUM ORDINEM REDACTUS, || ET || PRIMA POST CENTESIMAM LOGARITHMORUM CHILIADEM PARTIBUS || QUIBUSDAM PROPORTIONALIBUS DIFFERENTIARUM, LOGARITHMIS SINUUM, || COSINUUM, TANGENTIUM ET COTANGENTIUM PRO PRIMIS AC POSTREMIS || DUOBUS QUADRANTIS GRADIBUS AD SINGULA MINUTA SECUNDA, FORMULIS || NONNULLIS TRIGONOMETRICIS, WOLFRAMII DENIQUE || TABULA LOGARITHMORUM NATURALIUM || LOCUPLETATUS || A || GEORGIO VEGA, || SUPREMO VIGILIARUM PRAEFECTO ET PROFESSORE MATHESEOS IN CAES. REG. ARTIS || PYROTECHNICAE COHORTE, ET SOCIETATIS REGIAE SCIENTIARUM || GOETTINGENSIS SODALI CORRESPOND. || CUM PRIVILEGIO IMPRESSORIO PRIVATIVO SACR. CAES. || REG. APOST. MAJEST. || LIPSIAE || IN LIBRARIA WEIDMANNIA. || 1794.

31)* ON EARLEY LOGARITHMIC TABLES, || AND || THEIR CALCULATORS. || BY || J. W. L. GLAISHER, B. A., || FELLOW OF TRINITY COLLEGE, CAMBRIDGE.

= The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science. Fourth Series. Vol. 45. N°. 301. May 1873.

[32]) De boekdrukkers || Boekverkoopers en Uitgevers || in || Noord-Nederland. || Sedert de uitvinding van de Boekdrukkunst tot den aanvang || der negentiende eeuw || door || S. M. Ledeboer || M. D. || Eene Proeve || Te Deventer || Gedrukt by A. ter Gunne || 1872. || (Niet in den handel). || in 4°.

Blz. I—XVI. Voorrede.

Vel 1—51. bladz. 1—413.

[33]) Calender of State Papeers. Domestic Series. 1837. Vol CCC.LXXI. pag. 94.

# BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

## WIS- EN NATUURKUNDE IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

**D. BIERENS DE HAAN.**

### IV. PROEVE EENER LIJST VAN HOLLANDSCHE LOGARITHMENTAFELS.

| Jaartal. | Plaats. | Formaat. | Aantal decimalen. | |
|---|---|---|---|---|
| 1626 | Gouda | 8° | 10 | *E. de Decker*, Nieuwe Telkonst. |
| 1628 | Gouda | folio | 10 | *A. Vlack*, Arithmetica Logarithmica,(ook in 't fransch).* |
| 1633 | Gouda | folio | 10 | *A. Vlack*, Trigonometria Brittannia (van *H. Gellibrand*). |
| 1633 | Gouda | folio | 10 | *A. Vlack*, Trigonometria Artificialis. |
| 1634 | Amsterdam | | | ? *P. Crüger*, Praxis (Neper Logarithmen). |
| 1636 | Gouda | 8° | 7 | ? *A. Vlack*, Tafelen. |
| 1651 | Leiden | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tables. Herdruk : 1670. |
| 1658 | Amsterdam | folio | 5 | *A. de Graaf*, Groote Zeevaert.* |
| 1659 | Amsterdam | 4° | 7 | *C. M. Anhaltin*, Slot en sleutel |
| 1660 | Amsterdam | 4° | 7 | *C. Hz. Gietermaker*, 't Vergulde licht der Zeevaart.* Herdruk:1671,*1683,1697,* 1707,1712,1728,1742,* 1774.* |
| 1661 | 's Gravenhage | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tabulae (latijn, fransch en hollandsch).* Herdruk: 1665,* 1666.* |

| Jaartal. | Plaats. | Formaat. | Aantal decimalen. | |
|---|---|---|---|---|
| 1665 | Amsterdam | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tafelen (latijn, fransch, hoogduitsch- en hollandsch).*<br>Herdruk: 1673,* 1681,* 1683, 1689, 1706, 1721, 1742,* 1784.* |
| 1665 | Amsterdam | 8° | 7 | *A. Vlack*, (door *A. de Graaf*) Konstige Tafelen.* |
| 1670 | Lyon | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tables.<br>Herdruk: 1760. |
| 1671 | Harlingen | 8° | 5 | *D. Rembrantsz van Nierop*, Logarithmus Tafelen.* |
| 1685 | Amsterdam | 8° | 7 | *C. Jansz. Vooght*, Tafelen Sinuum.* |
| 1698 | Amsterdam | 4° | 7 | *C. Jansz. Vooght*, Taeffelen der Sinuum.*<br>Herdruk: 1707.* |
| 1700 | Amsterdam | 8° | 7 | ? *A. Strauch*, (door *L. C. Sturm*).* |
| 1705 | Middelburg | 4° | 7 | *C.Hz. Gietermaker*, 't vergulde licht der Zeevaart, (door *A. van Poulle*).* |
| 1707 | Amsterdam | 8° | 7 | *A. de Graaf*, Schatkamer.<br>NB. Dit is de 3e uitgave: de eerste van 1680* bevat geene logarithmen. |
| 1709 | Amsterdam | 8° | ? | *A. van Dam*, Hoornse schatkamer.<br>Herdruk: 1720*, 1728.* |
| 1712 | | | | ? *Lastdrager*, Konst der stuurlieden.<br>Herdruk: 3e. 1742. |
| 1721 | Pekin | folio | 10 | *A. Vlack*, Magnus Canon (= Arithm. Logarithm.) (chineesch) drie deelen. |
| 1725 | Leipzig | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tabellen (hoogd.)<br>Herdruk: 1738,* 1768, 1778. |
| 1727 | Amsterdam | 8° | 7 | *K. de Vries*, Kunst der stuurlieden.<br>Herdruk: 1751*(4edr.) 1781,* 1801, 1818.* |

| Jaartal. | Plaats. | Formaat. | Aantal decimalen. | |
|---|---|---|---|---|
| 1732 | Amsterdam | | | *S. Ricard*, Traité. |
| 1737 | Amsterdam | 4° | 2 | *Joh. Th. Graumann*, Licht. |
| 1740 | Amsterdam | 4° | 2 | *Joh. Th. Graumann*, Lumière. |
| 1742 | Amsterdam | 8° | 7 | *C. Wolff* (door *N. Ephem*) * Nodige Tafelen. Herdruk: 1765*. |
| 1744 | Amsterdam | 4° | 21 | *A. Marci*, Toovervierkante * Herdruk: 1791.* |
| 1748 | Leipzig | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tabellen (door *J. J. Hentschen*) (hoogduitsch en latijn).* Herdruk: 1757*, 1763.* |
| 1754 | Haarlem | 8° | 18 | *W. O. Reitz*, Berekening van Kunsttallen * |
| 1755 | Haarlem | 8° | 18 | *W. O. Reitz*, Nieuw gevonden berekening.* |
| 1760 | Haarlem | 8° | 7 | *D. Klinkenberg*, Sinus-logarithmus.* |
| ?1774 | Amsterdam | | | *G. La Borde*, Koopmans-boekhouden. 2e druk. |
| 1775 | Amsterdam | 8°en 4° | 7 | *B. J. Douwes*, Tafelen (beide formaten).* Herdruk: 1779. |
| 1778 | Berlin | 8° | 7 | *H. Schulze*, Sammlung. II Theile.* Bevat: *Wolfram*, Hyperbolische Logaritbmen, met 7 decimalen. |
| 1786 | Middelburg | 8° | 15 | *K. K. Reitz*, Nieuwe Beleiding. |
| 1787 | Amsterdam | 8° | 4 | *J. H. van Swinden*, Verhandeling Lengte op zee. Herdruk: 1789, 1796, 1801.* |
| 1790 | Leipzig | 8° | 7 | *A. Vlack*, Tabellen, (door *Ebert*).* Herdruk: 1808.* |
| 1790 | Middelburg | 8° | 14 | *K. K. Reitz*, Aanhangsel. |
| 1794 | Leipzig | folio | 10 | *G. von Vega*, Thesaurus.* Bevat: *Wolfram*, Hyperbolische Logarithmen, met 7 decimalen. |

| Jaartal. | Plaats. | Formaat. | Aantal decimalen. | |
|---|---|---|---|---|
| 1804 | Amsterdam | 4° | 4 | *Noback*, Nieuwe Tafelen.* |
| 1817 | Amsterdam | 8° | 7 | *E. Florijn*, Tafelen.* |
| 1821 | Leipzig | 8° | 7 | *A. Vlack*, (door *G. Nordmann*) Tabellen.* |
| 1823 | Amsterdam | 8° | 5 | *Eustace en Schmidt*, Handboek.* |
| 1826 | Amsterdam | 8° | 7 | *J. Swart*, Verzameling. Herdruk: 1831. |
| 1830 | Amsterdam | 8° | 7 | *J. Swart*, Tafelen. Herdruk: 1837, 1846*. |
| 1833 | 's Gravenhage | 8° | 5 | *R. Lobatto*, Verzameling.* |
| 1839 | Breda | 8° | 5 | *H. Strootman*, Logarithmen-Tafels.* |
| 1843 | Breda | 8° | | *E. Wenckebach.* Herdruk: 1861. |
| 1844 | Deventer | 8° | 5 | *J. A. Hansen*, Tafels.* |
| 1846 | Leiden | 8° | 6 | *J. Pilaar*, Logarithmen.* |
| 1847 | Amsterdam | 8° | 7 | *J. S. Speijer*, Tafel.* Herdruk: 1860.* |
| 1857 | Amsterdam | 4° | | *P. Krom*, Tafels. |
| 1858 | Alkmaar | 8° | | . Handleiding. |
| 1862 | Amsterdam | 8° | 7 | *L. Schrön*, Gewone Logarithmen, (door *D. Bierens de Haan*).* Herdruk: 1864, 1866, 1867. |
| 1868 | Amsterdam | 8° | 5 | *A. van Dam*, Verklaring.* |
| 1871 | Leiden | 8° | 4 | *A. J. van Pesch*, Logarithmen-Tafel.* |
| 1873 | Leiden | 8° | 5 | *A. J. van Pesch*, Logarithmen-Tafels.* |
| 1874 | Leiden | 8° | | *L. Bz. Janse*, Nieuwe Logarithmische Tafels. |

# BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

## WIS- EN NATUURKUNDE IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

### V. VOORLOOPER DER STEREOTYP-UITGAAF VAN LOGARITHMEN-TAFELS.

#### Claas Jansz. Vooght, Geometra.

1. Al spoedig nadat ADRIAAN VLACK zijne kleine logarithmentafels — waarvan in het Nummer III dezer Bouwstoffen sprake was, — het licht had doen zien, kwamen er in ons land nog meer logarithmentafels uit. Daarvan mogen thans die van CLAAS JANSZ. VOOGHT GEOMETRA (zoo als hij zich zelven altijd noemt) besproken worden.

Deze was gezworen landmeter, en verder leermeester in de wiskunde, stuurmanskunst, enz., te Amsterdam. Hij schreef onderscheidene boeken over die vakken; en daarvan zullen wij er straks eenige leeren kennen. Overigens heb ik omtrent den man nergens iets kunnen vinden.

2. De eerste Logarithmentafels, die hij uitgaf: „De Taafel Sinuum, Tangentium en Secantium", in 8°., van 1685 [1]), zijn in 8°. Het eerste gedeelte geeft de Sinussen (Cosinussen), Tangenten (Cotangenten) en Secanten (Cosecanten), zoowel als de logarithmen daarvan, voor iedere minuut in zeven mantissen. De inrichting is de volgende. Op iedere bladzijde komen zes kolommen met de hoofden

Sinus; Tangens; Secans; *Log. Sin; Log. Tang; Log. Secan.*

Op iedere linksche bladzijde vindt men de dertig eerste d[illegible]

dertig laatste minuten voor het gegeven aantal $p$-graden. Op de rechtsche daarentegen de dertig laatste of de dertig eerste minuten voor het aantal $89-p$ graden: zoodat de bogen links en rechts op dezelfde regel elkanders complementen zijn. Verschillen komen er niet voor.

Bij het tweede gedeelte: „de Tabula Logarithmorum Numeris", houdt iedere bladzijde drie kolommen van 34 getallen, terwijl de onderste in eene kolom boven aan in de volgende kolom wordt herhaald. Op die wijze bevat iedere bladzijde juist honderd opeenvolgende getallen. De Logarithmen zijn ook hier in zeven mantissen gegeven.

In het derde gedeelte: „de Tafel der wassende Latitudo", bevat iedere bladzijde tien kolommen voor tien opeenvolgende graden: op de linksche komen de dertig eerste, op de rechtsche de dertig laatste minuten voor.

De „Tafel der kromstreeken" is voor de zeven eerste streeken zoo ingericht, dat iedere bladzijde in drie verticale blokken is verdeeld, iedere blok wederom in drie kolommen, met de hoofden

mijl. breet. lancte.

terwijl wederom die drie kolommen op iedere bladzijde voor honderd opeenvolgende aantallen van mijlen gelden.

Bij de tafel voor de achtste streek is de inrichting anders. Iedere bladzijde is hier verdeeld in negen kolommen, geldende voor even zooveel graden breedte, die dezelfde zijn voor de rechtsche bladzijde als voor de linksche. In eene voorste kolom met het hoofd

verh. U. mijle.

komen links de getallen 1—30, rechts de getallen 31—50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500 voor.

Het geheele werk is vrij goed gedrukt, en de bladzijden zijn genummerd: voor het eerste gedeelte in den hoek en daarna op het midden der bladzijde boven aan.

3. Daarop volgen in 1698 „zijne Taafelen der Sinuum, Tangentium et Secantium" in 4°. [2]), die wel hetzelfde bevatten, maar anders zijn ingericht. Achter een fraai in koper gegraveerden titel komen twee verzen voor

Op de ‖ TAFELEN ‖ Sinuum Tangentium en Secantium. ‖

Dit is een bondelken beknopt
Met weinig lettren opgepropt,
De nuttigheyd van dit is meer
Dan duysent boecken in de weer.

*Wort trow.*

Op de Logarithmische Taeflelen.

Wilt gy de boogen van het ruym Heel-Al af-meeten,
Wilt gy in 't tellen oock de Kromme Graden weeten,
De welck een Konstenaar met rechte koorden peyld
Met 't Kruys of iets dat konst heeft klaar en net verdeyld:
De Logarithmus (die den Merchestonschen Nepper
Ons uyt vond waer van 't lof hem toekomt naest den Schepper
Van 't Heel-Al) is 't dat ons het sware werck verlicht
Vergeefs is 't, dat men hier alsulcke Taef'len sticht
Op 't blanck papier alwaer ons Ouders niet vermochten,
Ten zy dat sy 't getal tot een meervoudigh brochten.
In tegendeel alleen met tellen licht voldoet
De Logarithmus ons tot het begeerde goet.

. *Wort trow.*

Het laatste vooral een treffend staaltje van wiskundige rijmelarij, waarvan wij er straks nog meer zullen ontmoeten.

Wat het eerste gedeelte aangaat, omvat hier iedere bladzijde een graad; voor elke der zestig minuten worden in zes dubbele kolommen met de hoofden

| Sinus *Hoecksmaten.* | Tangens *Raecklynen.* | Secans *Snedylynen.* | Log Sin. | Log.Tang. | Log. Secans |
|---|---|---|---|---|---|

deze waarden in zeven mantissen gegeven. Boven de bladzijde is het getal „*p* Graad" der graden aangegeven: onderaan „89−*p* Graad". Eene voorste kolom geeft de minuten 0—60, eene achterste de minuten 60—0 aan; zoodat wij hier de gewone inrichting aantreffen, waarbij naast iedere waarde voor een hoek, de overeenkomstige voor zijn complement gevonden wordt.

In het tweede gedeelte is iedere bladzijde verdeeld in zeven kolommen, die de logarithmen van 65 getallen geven, afgedeeld duidelijkshalve in dertien vijftallen; iets dergelijks kwam ook bij de eerstvermelde tafels voor.

Bij de tafel der vergrootende breedte houdt iedere bladzijde vijftien kolommen voor even zoo vele graden, terwijl er zestig regels voorkomen voor de minuten van elk dier graden.

Bij de tafel der kromstreeken heeft iedere bladzijde vijf blokken, verdeeld ieder in drie kolommen met dezelfde hoofden als bij de tafels van noot (1); terwijl ieder blok geldt voor dertien vijftallen mijlen. Bij de achtste streek is ook hier de inrichting anders: iedere bladzijde is verdeeld in veertien kolommen, geldende voor even zoo vele opvolgende graden breedte: In eene voorste kolom komen dezelfde 65 getallen mijlen voor als bij de overeenkomstige tafels van noot (1).

Bij deze tafels is het nu, dat wij eene poging waarnemen, om het voorkomen van fouten te vermijden, die er zoo ligt — aan voorbeelden ontbrak het toen reeds geenszins — ontstaan, hetzij bij herdrukken der tafels, hetzij wanneer er onder het afdrukken eener zelfde uitgave een of ander ongeluk met de letterramen gebeurde. Daartoe werden zij op koper gegraveerd: een voorbehoedmiddel, nog wel zoo afdoende als de latere stereotyp-druk.

In deze uitgave zijn evenwel slechts de acht eerste vellen A tot H, en de beide laatste Q en R gegraveerd: de overige F tot P zijn gewoon gedrukt, waarschijnlijk omdat de gravure daarvoor nog niet gereed was. Althans bij een lateren druk dezer tafels van 1707 [3]) waren alle vellen op koper gegraveerd, hetgeen trouwens ook op den titel toen werd vermeld: terwijl op den titel van de tafels in noot (2), omtrent dit graveeren der uitkomsten geenerlei vermelding voorkomt. Bij geen dezer drie tafels vindt men ook ergens eene voorrede of voorwerk, waarin dit punt besproken had kunnen worden.

Deze tafels, ten deele reeds van zeevaartkundigen aard, behoorden dikwerf bij werken voor de zeevaartkunde, en werden dus als zoodanig, veelvuldig gebruikt. Denkelijk zal hierin wel de reden te zoeken zijn, dat de kosten, die zeker niet gering waren, konden worden gedekt: trouwens, de firma, die ze uitgaf, heeft zich gedurende een lang tijdsverloop met uitnemend gevolg toegewijd aan het uitgeven van zeevaartkundige werken.

Deze firma „VAN KEULEN", met het uithangbord „in de gekroonde Lootsman, by de Nieuwe Brugh te Amsterdam" gevestigd, is steeds met roem bekend geweest. Hoewel zij in

FRED. MULLERS Bibliographie Neerlando-Russe [4]) en bij A. M. LEDEBOER, de Boekdrukkers enz. [5]) vermeld wordt, zijn deze opgaven toch niet altijd juist, en verdient die firma voorzeker een eigen monographie van bevoegde hand. Mij is daaromtrent het volgende gebleken

1681—1710. JOHANNES VAN KEULEN: Hij kocht 23 Juni 1693 den boedel van den bekenden HENDRIK DONKER. en werd opgevolgd door zijn zoon

(1712) GERARDUS VAN KEULEN. Men vindt

(1727) LODEWINA KONST, weduwe van GERARD VAN KEULEN en haar eenigen zoon JOHANNES VAN KEULEN, die

(1742) alleen voorkomt. Hij wordt opgevolgd door zijne beide zoons

(1750) GERARD HULST VAN KEULEN en CORNELIS BUYS VAN KEULEN.

1769—1776(?) JOANNES VAN KEULEN, EN ZOONEN.

1779—1808. GERARD HULST VAN KEULEN

1808—1858. De Wed. GERARD HULST VAN KEULEN.

In 1860 wordt JACOB SWART eigenaar.

4. Wat de verdere boeken betreft, die CLAAS JANSZ. VOOGHT in het licht gaf, heeft men vooreerst zijn „Quadrans astronomicus et geometricus" in 4°. van 1681 [6]), waarvan het „'t EERSTE DEEL || Van 't bereytzel des || QUADRANTS. || *Thoonende de Beschrijving van alle sijne Ronden, Boogen,* || *Linien, Graden en Verdeelingen*" in acht Voorstellen verdeeld is (blz. 3—15). „'t TWEEDE DEEL, || Van 't gebruyk des || QUADRANTS. || *Toonende 't selve in de Sterkonst,*" bevat zeventien Voorstellen (blz. 13—21). „'t DERDE DEEL || Van 't gebruyck des || QUADRANTS. || *Toonende 't selve in de Meetkonst,*" bevat zeven Voorstellen (blz. 21—24) en wel

1. „*Leerende de Verkeerde Schaduw te veranderen in een Reghte Schaduw.*
2. *Leerende de hooghte van eenigh dingh, daarmen toe gaen kan, meeten.*
3. *Leerende de hooghte van eenigh dingh, daer men niet toe gaen kan, meeten.*
4. *Leerende de hooghte van eenigh dingh, dat verheeven staet, meeten.*

5. *Leerende de wijte van eenig pladt landt of waater te meeten*
6. *Leerende de diepte van eenigh dingh te meeten.*
7. *Leerende de hooghte van een Wolcke te meeten.*"

Van dit werk komen er ook uitgaven van 1682 en 1714 [7]) voor, volkomen gelijk aan de eerste.

5. Vervolgens ontmoet men zijn „Nieuwe groote, Lichtende Zee Fakkel" in vijf deelen folio van 1682 tot 1684 [8]), die in de volgende orde het licht zagen, 2, 1, 3, 5 en 4; zoo als blijkt, behalve uit enkele voorredens, uit de opdrachten, geteekend: 25 Grasmaand 1681; 30 Wijnmaand 1681, 12 Grasmaand 1682, 1 Sprokkelmaand 1683, 1 Wintermaand 1684. Het werk bevat een aantal fraaije kaarten met hare beschrijvingen en voorts een groot aantal profielteekeningen van kusten en eilanden. Alleen op den titel van het tweede deel komt behalve CLAAS JANZ. VOOGHT, ook als schrijver voor JAN VAN LOON. Daar nu dit tweede deel, zoo als wij opmerkten, het eerst uitkwam, en daar VAN LOON nergens verder voorkomt, mogen wij onderstellen, dat hij zich teruggetrokken heeft van de medewerking: toch blijft het zonderling, dat deze verandering binnen zoo weinige maanden heeft plaats gegrepen, daar het bearbeiden van deze verzameling noodzakelijk veel meer tijd heeft gekost. Zoude men daaruit mogen opmaken, dat deze bundels eigenlijk slechts het werk zijn van VOOGHT alleen?

Onze VOOGHT beklaagt zich zeer over andere uitgevers van kaarten, die slechts oude kaarten wat oplapten en voor nieuw versleten, en toch hem uit wangunst beschuldigden van slecht werk. In het tweede deel zegt hij daaromtrent:

*Wat toont ons meenigh brave Jonker*
*Eens anders Werk voor eygen vond:*
*Soo lootst ons Goossen 't volk in 't donker*
*Ligt op een klip, of in de grond.*

Slechts in de voorrede van het vijfde deel, verklaart hij nog niet tot volle nauwkeurigheid der kaarten te hebben kunnen geraken; en beschouwt hij deze eigenlijk als niet meer dan eene proeve, waarop hij afraadt volkomen vertrouwen te stellen. In de voorreden van het vierde deel prijst hij de kaarten van JOANNES DE LAAT, en keurt die van ARENT ROGGEVEEN af: in de

voorreden van het eerste deel spreekt hij met grooten lof van DIRK JACOBSZN SLIKKER van Aakersloot, van wien ik nog bezit eene geschiedkundige bijdrage over de Oost- en Westvinding.

VOOGHT teekent zijn kaarten met het monogram



Van deze nieuwe groote Lichtende Zee-Fakkel verscheen later een herdruk in 1771; en daarop een door GERARD HULST VAN KEULEN vermeerderde en verbeterde uitgave in 1788 [10]), die wederom in 1799 bij denzelfden uitgever verscheen, vermeerderd met een aantal nieuwe kaarten.

6. Nog heeft onze VOOGHT zich verdienstelijk gemaakt door de uitgave van eene volledige „Euclidis Beginselen der Meetkonst" 1695 in 4°. [11]) Wel is waar, waren reeds op dit spoor hem voorgegaan JAN PIETERSZ. DOU [1606, 1626, 1632, 1647, 1681] J. WZ. VERROTEN [1633], FRANS VAN SCHOOTEN [1662] H. COETS [1692, 1702, 1705, 1740, 1752,] en C. VAN NIENRODE [omstreeks 1630]; maar VAN SCHOOTEN en VAN NIENRODE gaven weinig meer dan eene opgave der stellingen, en de overigen behandelden alleen de zes eerste boeken van Euclides. Daarop doelt zijn lofdichter CAREL vander HEM, als hij in niet zeer gekuischte woorden zegt.

„Douw, *die woud* Euclidem *tojen*
*In een nieuw en zondags pak,*
*Maar daar waren nog thien plojen*
*Die manqueerden aan 't kasjak.*
*En die zes, die hij in frons had*
*Zien 'er soo wanschapen uyt,*
*Ofze kwamen uyt een flons gad,*
*Daarmen noyt geen kaars en snuyt.*"

Maar ook VOOGHT zelf was dichter: zoo als wij boven in § 5 zagen. Hier gebruikt hij zijne gaven, om bij den aanvang van ieder Boek, den inhoud in versmaat op te geven, bijv.

„D'Inhoud des Eersten Boeks."

*Hier word de grond geleyd van de reghtstreepte platten,*
*Van Raam en Driehoek beijd': Eerst gaatmen hier bevatten*

*Vat dat den driehoek teelt, verthoonende haar aart*
*Vat standt zy met haar hoek en zijd' altijd bewaart.*
*'oorts, na dat d'eygenschap der eevenwijd'ghe reghten*
*'erhandelt zijn, zoo komt die Raam in rangh aanheghten*
*'aar aart, en thoont wel net d'eenstemmigheyd van haar,*
*'aar dan wort ook gethoont de Maatschappy daar naar*
*'an Raam en driehoek beyd', en hoe een raam herschaapen*
*ot eenen driehoek wort. Ten laadtsten komtmen raapen,*
*'oe in een driehoek met een reghten hoek 't vierkant*
*'er reghte, die den reghten hoek altijdt bespant,*
*: die vierkanten g'lijk de reghten, die de reghten*
*esluien* (sic) *tusschen beyd'. Dees' ziet gy alles heghten,*
*ls schalmen aan malkaar, met voorstels viermaal thien,*
*'n aght, nalaatende de minste twijfflingh ghien."*

Merkwaardig in haar soort is de verdeeling der Wiskonst, e men in de „INLEYDING" aantreft: aldaar heet het.

„De nakomelingen (der wijsgierigen) stellen de Reekenkonst ı Meet- || konst de voornaamste, uyt de welke voortvloeyen et alleen de Zang- || konst en Starkonst, maar ook de Meetdaad ' Landmetery, de || Zonnewijserskonst, de Stuurmanskonst, de esigtskonst, de || Wanschaduwkonst, de Spiegelkonst, de Door- gtkonst, de Stel- || konst, de Bouwkunst, de Sterkbouwkonst, : Weegkonst, enz."

Het werk, 671 bladzijden groot, bevat de zestien boeken; : figuren, in hout gesneden, zijn telkens afgedrukt in vakjes, e in de tekst zijn opengelaten.

7. Hebben wij straks gezien dat de „Nieuwe groote Lichtende :efakkel" van CLAAS JANZ. VOOGHT, vele drukken beleefde, zelfs t in het einde der achttiende eeuw, hetzelfde getuigenis van :ugdelijkheid verkreeg zijn „Handboek voor de Zeelieden" in zes :elen 8o. Het is mij niet gebleken, wanneer daarvan de eerste tgaaf verscheen, — denkelijk na 1697, (in zijn geheel al- ans) daar dit werk niet voorkomt op de lijst, waarvan straks rake zal wezen. Maar ik heb voor mij liggen een eerste uit- af van het eerste deel in 1696 [12]), en een latere van 1776 [13]). p deze laatste uitgaaf is eerst twee jaren later in 1778, octrooi komen: vandaar denkelijk dat de COPY VAN DE PREVILEGIËN

(2 blz.) tusschen de eerste en tweede bladzijden van het „Tot den Leeser" is ingeplakt. Daarin komt het volgende voor:

„Dat de Supplianten voorneemens zynde te doen drukken e uitgeeven zeeker Werk, geïntituleerd: *Handboek voor de Zeelieden*, zynde een verzameling van de voornaamste zaken, welk werkdadig by de Zeevaart moeten gebruikt worden, zynde ee zamenstel van Astronomische en Zeevaartkundige Werken, i navolging van de Ephemerides, Engelsche Nautical Almanac Connoisance des Temps, Dealy (sic) Assistents, Marines Comps Marines Calander &c. &c. vervat in zes Deelen: het eerste 't Graa boek [dat is het werk van Noot (12)] 't tweede 't Dubbel Bestekboek, 't derde 't Ronde Bestekboek, 't vierde 't Nieuw Stuurmans-Handboek, 't vyfde de Meerderjaarige Zeemans Almanach, en 't zesde Deel de Mond Examen: in klyn Octavo."

Door deze beschrijving wordt de strekking dezer boekjes genoegzaam aangegeven: ook het deeltje, dat hier beschreven worden, is geheel voor de praktijk ingericht, en vol met allerlei grootere en kleinere tafeltjes.

Dit werkje „Nieuw Amsterdammer Graad-Book" begint, na verso van den titel met de

„Matroos Aanspraak.

Dit is u and're handt, als gy de brakke baaren
Geduurigh wilt bevaren,
Om gantsch te zijn verdaght voor vloeden, klip of strand,
En al 't ontijdigh landt."

Na een „Tot den ‖ Leeser" volgt (A tot G) het Graalboekje zelf. Daarop komt (H) de titel „Almanach, ‖ Nae | De Nieuwen Stijl, ‖ Der 7 aan-een-volgende Jaaren, van 't Jaar 1694, tot 't Jaar 1700. ‖ Gestelt | op den Meridiaan der stadt. ‖ Daarop volgt (H—O) „Een kort Begrijp ‖ *Van alle* | Langhs- en Dwars-coursen | van d'Oosterse, Noordtse, Westerse en Straatse Scheepvaart" terwijl de zes laatste bladzijden bevatten een „Morgen-gebed ‖ Op de Voise van den 66. Psalm". een „Avond-gebed | Stemme van den 12 Psalm" een „Gebedt voor den Eten. ‖ Voys van den 9. Psalm," en een „Gebedt na den Eten. ‖ Stemme van den 33. Psalm."

Het is op stevig papier gedrukt, en volkomen geschikt voor een dagelijksch gebruik door den zeeman.

8. Een ander werkje „Stelkonstige Reeckening van den Regenoog," in 4°. 1687 [14]) wordt mede aan CLAAS JANZ. VOOGHT toegeschreven. Zij bevat een stelkundige afleiding en bewijs van de regelen van Descartes ten opzichte van de straalbreking in den regendruppel.

9. Dit zijn de werken van CLAAS JANZ. VOOGHT, die ik heb kunnen inzien; maar ik ontmoette nog een lijst van zijne werken, in eene aankondiging van den boekhandelaar JOHANNES VAN KEULEN bij een ander zeevaartkundig werk 't „Vergulde licht der zeevaart door CLAAS HENDRICKSZ. GIETERMAKER," een nieuwe druk van 1697 [15]). Daaruit moge het volgende hier worden overgenomen.

BEKENTMAKINGE || aan den || LEEZER. || *Waarde Heeren, Koopvaerdien, Schippers, Stuurlieden, Lootsen, Konstlievende, en Zeevaart- || beminners, dit onderstaande is by mijn met groote moeite en koste vergadert en te bekomen.* ||

Het is weynig tijd geleden dat ik in 't licht gebracht en uytgegeven hebbe een groote nieuwe Vermeerderde || Zee-Atlas ofte Water-wereld, vertonende in sich alle de Zeekusten des Aardrijks, bestaande in seer nette || Kaarten, soo platte als wassende Graden, van veel fouten in 't voorgaande verbetert, en dat in vijf Talen, || te weten in Duits, Frans, Engels, Spaans en Italiaans, versien met 175 Kaarten, door Claas Jansz. Vooght Geometra. || [*a*.]

Item een Groot Nieuwt Zeeboek op Olifants Papier, genaamt de Groote Nieuwe Lichtende Zeefakkel, verdeelt || in vijf Deelen. Het eerste deel wijst aan de geheele Oosterse en Noordse Scheepsvaart. Het tweede deel de ge- || heele Westerse Scheepvaart. Het derde deel de geheele Middelandsche Zee. Het vierde deel d'Americaansche || Oev'ren tusschen de Bank van Terraneuf en d'Amasones, met hunne onderbehoorende Eylanden: het vyfde || Deel, waar in vertoond worden de Guineesche en Brasische Kusten; alles met een pertinente Beschrijvinge van || alle Havens, Baaijen, Reeden, Droogten, Diepten en Ondiepten, seer naukeurig opgestelt. Als mede de Op- || doeningen van Landen; de Kaarten wijsen al te samen aan op wat Polus hoogten de Landen leggen, uyt ondervin- || dingen van besochte (sic.) vhrandere Zeelieden te samen gebracht, door Claas Jansz. Vooght, Geometra. De boven- || staande vyf Deelen, zyn gedruckt in

vyf Talen, te weten Duyts, Frans, Engels, Spaans en Italiaan [het werk van noot (8).]

Ook een Zeemans Wegwijser, waar uyt de Stuurlieden e Navigatie leeren, in Quarto, door Claas Jansz. ‖ Vooght, Geom tra [*b*.] . . . .

Idem een Nieuw Hemels Pleyn, door Claas Jansz. Voogh. Geometra: in 't Duyts, Frans, Spaansch en ‖ Engels. [*c*]

Idem een Nieuw Zeerecht in Quarto. [*d*]

Benevens een Nieuwe Lootsmans Wegwijser in Quarto, do Claas Jansz. Vooght, Geometra. [*e*]

Als mede de vyftien Boeken van Euclides in Quarto, in 't Nede duyts, door Claas Jansz. Vooght, Geometra [het werk van noot (11).

Idem de Tafelen Sinus, Tangens, en Secans, als mede e selvige met de Logarithmus, in Duyts en Frans, ‖ door Cla Jansz. Vooght, Geometra [het werk van noot (1), (2), (3).]

Alsmede de Ruyt-Kaart in Duyts en Frans, met de Beschri vingen in Quarto. [*f*]

... ...

en een Graad- ‖ boek daar by gedruckt, daar pertinent in zien is de Strekkingen en Kourssen, so na de Kaarten die va de Mis- ‖ wysingen vergoed zijn, als die noch leggen om d miswysingen te vergoeden; op dat den gebruyker des te beter ‖ daar mede kan te recht komen, in Duyts, Frans en Spaans. [Zi het werk in noot (12)]. Als mede een Luywagen in Quart waar in te zien ‖ zijn de Tafelen der Zons breette, door Claa Jansz. Vooght, Geometra [*g*],

Idem een Hollandsche Scheeps-bouw, waar uyt men kan leere een Schip van de grond op te bouwen. [*h*]

Als mede een Landmeeters Quadrant in Quarto door Claa Jansz. Vooght, Geometra." [het werk van de nooten (6) en (7).

VAN KEULEN eindigt met een verzoek van trouwe opgave va hetgeen ontdekt wordt „niet wel aangetekent of beschreven" te zijn. Opdat „Uw arbeyd tot gemeene nut en aansien mog komen."

Men ziet hieruit dat de werken [*a*], [*b*], [*c*], [*e*], [*g*], i het vorige niet beschreven, door DE VOOGHT werden uitgegeven terwijl zulks van de werken [*d*], [*f*], [*h*], al is het niet vo komen zeker, toch waarschijnlijk is.

# AANTEEKENINGEN.

---

[1])* De || TAAFELEN || SINUUM TANGENTIUM || & SECANTIUM. || Of der || Hoekmaten, Raaklijnen en Snylijnen. || Met de || LOGARITHMIS || Der Hoekmaaten, Raaklijnen en Snylijnen. || Mitsgaders de || Logarithmis Numerorum passende op de getal- || len van 1 tot 10000. || Waer door alles ligt door Toevoeging en Aftrek- || king uyt gewerkt wort. || Met eenige aanwijsing, om daar door alle Regtlinige en Bultige || Driehoeken en verscheyde Starkunstige Werkstukken op || te losen. || En || Vermeerdert met de Tafel der vergrootende breete, || en de Taaffel der Kromstreeken. || Door C. J. VOOGHT, *Geometra.* || Vignette || t'Amsterdam by *Johannis van Keulen*, Boekverkooper over de || Nieuwe-Brug, in de gekroonde Lootsman. Anno 1685. || Den Autheur kent geen Exemplaren voor de sijne, als die gedrukt || zijn by Johannis van Keulen. in 8°.

A—Hh. blz. 1—491 (gepagineerd), bevat na den titel

CANON || SINUUM, || TANGENTIUM, || SECANTIUM, || Ad Radium 100000.00 || ET || LOGARITHMORUM || Pro Sinubus, Tangentibus & Secantibus || ad Radium 10.0000000.

blz. 2—181 die tafels zelve. Blz. 182 en 184 zijn wit. Bladz. 183 (zonder pagineering) geeft den titel

TABULA || LOGARITHMORUM, || Pro numeris ab 1. ad 10000.

blz. 185—284 die tafel zelve.

blz. 285 (zonder pagineering) geeft den titel

TAFEL || Der || WASSENDE || LATITUDO || Of der || Vergrootende breete.

blz. 600 (lees 286) 300 (lees 287) 288—307 die tafel zelve. Blz. 308 is wit. Blz. 309 (zonder pagineering) heeft den titel

TAFEL || der || KROMSTREEKEN.

blz. 310—491 [de bladz. 488, 489 heeten verkeerdelijk 487, 488] die tafel zelve

Die voor de achste streek hebben op bladz. 473 (zonder pagineering) een afzonderlijken titel:

TAEEL || der || ACHTSTE STREEK.

[2])* De || TAEFFELEN || DER || SINUUM, TANGENTIUM en SECANTIUM, || Ofte der || *Hoekmaaten, Raecklijnen en Snylijnen, als mede de Logarithmi de Hoekmaaten* || *Raecklijnen en Snijlijnen, en achter de selve de Logarithmus Numeri* || *van* 1 *tot* 1000. *Met welcke Logarithmische Taaffelen dat alles* || *licht door toevoegingh en aftreckingh gereeckent*

*wort.* || *en achter de selve volcht de* || Taeffel der vergrootende Breedte, || *als oock de* || Taeffel der Krom-streecken. || *Welcke alle na naeuwe toeversicht van veele te vooren by andere ingesloopene misslagen zyn* || *gesuyvert ende verbetert.* || *met Previlegie voor* 15 *Jaaren.* || [Eene zeer fraaije vignette, voorstellende een zeeslag tusschen drie schepen, waarvan een de hollandsche vlag voert]. || T'AMSTERDAM, || *by* JOHANNES VAN KEULEN, *Boek- en Zee-Kaert-verkooper by de* || *Nieuwe Brugh in de Gekroonde Lootsman. Anno* 1698. in 4°.

Deze titel is geheel gegraveerd: daarvoor gaat een dergelijke gedrukte titel met een ander vignet, mede voorstellende drie schepen, in houtsnede: Het jaartal is hier 1697. In verso van beiden komen de twee aangehaalde verzen voor; bij den eersten titel zijn deze gegraveerd en leest men daaronder

„door KLAAS JANSE VOOGHT Geometra || *op Nieuws Overzien en Verbeetert* || *door* Lieuwe Willems Graaf. Ao. 1698."

A—T blz. 1—70 bevatten

blz. 1—45 de tafels der sinussen (cosinussen), tangenten (cotangenten), secanten (cosecanten) in 8 decimalen, met hunne logarithmen in 7 decimalen [zonder titel].

Blz. 46—70 de logarithmen der getallen in 7 decimalen met den titel, boven aan bladz. 46.

„H. BRIGGII || TAFEL || DER || LOGARITHMI, || Voor de geheele getallen in natuurlikke ord're || opgaande van een tot 10000."

K—R (64 bladzijden zonder paginatuur) bevatten de „Tafel der vergrootende breete", de tafel der Kromstreken: nog op de beide laatste bladzijde „TAFEL DES TYTS", || Bereekent op 53 graade breete.

Van deze tafels zijn de vellen A tot H, Q en R op koper gegraveerd, de vellen I tot P echter gedrukt.

3)* De gegraveerde titel is dezelfde als de voorgaande, behalve dat de beide regels boven de vignetten „gesuyvert enz." hier vervangen worden door

„*door de letter druk Gekomen, hebben om dit voortekomen alle in koperen Platen* || *laten Snijden, en de Streek tafel berekent tot* 80 *Graden met Previlegie.*"

terwijl het jaartal „1698" veranderd is in „1707." Bovendien is het onderschrift onder de beide verzen in verso van den titel, weggevallen. Alle vellen zijn nu geheel gegraveerd.

4)* ESSAI || D'UNE || BIBLIOGRAPHIE || NEERLANDO-RUSSE. || CATALOGUE || D'UNE COLLECTION REMARQUABLE || DE LIVRES, ATLAS, CARTES, || PORTRAITS, PLANCHES, MANUSCRIPTS, || HOLLANDAIS ET DE PLUSIEURS LIVRES ÉTRANGERS, || TOUS CONCERNANT || LA RUSSIE ET LA POLOGNE. || AVEC DES NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES ET HISTORIQUES SUR LES ÉCRITS

DE || AITZEMA, BLAEU, MASSA, WAGHENAER, WITSEN, &c. || PLUSIEURS SUR LES PORTRAITS ET PLANCHES HISTORIQUES, || ET UNE TABLE SYSTÉMATIQUE, || Le tout recueilli, décrit, et offert aux prix marqués par F. MULLER. || AMSTERDAM || FREDERIC MULLER. || 1r *Octobre* 1859.

I—VIII. 1—22. blz 1—174. in 8°.

5) DE BOEKDRUKKERS || BOEKVERKOOPERS EN UITGEVERS || IN || NOORD-NEDERLAND, || SEDERT DE UITVINDING VAN DE BOEKDRUKKUNST TOT DEN AANVANG || DER NEGENTIENDE EEUW. || DOOR || A. M. LEDEBOER. || M. D. || EENE PROEVE. || TE DEVENTER. || GEDRUKT BIJ A. TER GUNNE || 1872. || (NIET IN DEN HANDEL). in 4°.

XVI blz.

1— 49 blz. 1—388.

6)*QUADRANS || ASTRONOMICUS || Et || GEOMETRICUS: || *Ofte* || Grondige Onderwijsingh aangaande || 't maakzel en 't veelvuldigh gebruyk des || QUADRANTS || Beschreven door || CLAAS JANSZ. VOOGHT Geometra. || *Leermeester der Wiskonst tot Amsterdam.* || De vignette: een schip met volle zeilen || t' AMSTERDAM || By JACOBUS ROMYN, Boekverkooper, in de Nieuwebrug-steeg. 1681. in 4°.

In verso van den titel staat de „INLEYDINGH"

blz. 3—13. 't EERSTE DEEL || Van 't bereytzel des || QUADRANTS. Acht Voorstellen

blz. 13—21. 't TWEEDE DEEL || Van 't gebruyk des || QUADRANTS: || *Toonende 't selve in de Sterkonst.* Seventien Voorstellen

blz. 21—24. 't DERDE DEEL || Van 't gebruyk des || QUADRANTS. || *Toonende 't selve in de Meetkonst.* Zeven Voorstellen.

A—C, met eene plaat.

7)* Deze uitgave is volkomen gelijk aan de vorige, behalve dat boven de vignette, hier een stuurman met zijne attributen voorstellende (geteekend door A. le Duc F.), hier nog staat,

„Zynde deze laatste Druk verbetert, met het vernieuwen der exempelen || na het Jaar 1700., en van alle voorgaande Drukfouten gesuyvert."

en onder de vignette

„t' AMSTERDAM, || By JOHANNES LOOTS, Boek- en Kaart-Verkooper, || in de Nieuwe Brugsteeg, in de Jonge Lootsman. 1714." in 4°.

8) DE NIEUWE GROOTE || LICHTENDE ZEE-FAKKEL, || 't EERSTE DEEL, || Vertoonende de Zee-Kusten van Holland, Vriesland, Holstein, Jutland, Meklenburgh, Denemarken, || Noorwegen, d'Oost-kusten van Engeland en Schotland, Sweeden, Pomeren, Pruyssen, Lijfland, Fin- || land, Finmarken en Rusland, met d'onbehoorende (sic) Eylanden/ als oock d'Orcades, Hitland, || d'Eylanden van Fero, Ysland, Spitsbergen,

en Jan Mayen Eyland. || Mitsgaders 't Tweede en Derde Deel van de Westersche en Straetsche Scheepvaart. || ALS MEDE || De Beschrijvingh van alle Havenen / Bayen / Reeden / Drooghten / Diepten / Streckingen en opdoeninghen van Lan- || den / op de ware Poolshooghte geleyd / uyt ondervindinghe van veele Ervarene Stuurlieden / || Loodtsen / en Lief-hebbers der Zee-vaart. || vergadert || Door CLAAS JANSZ. VOOGHT, Geometra, Leermeester der Wiskonst. || t'Amsterdam, Gedruckt voor JOHANNES van KEULEN, Boek- en Zee-kaart-verkooper aan || de Nieuw-brugh in de gekroonde Lootsman, 1682. || Met Privilegie voor 15 Jaren. in folio.

Boven den titel komt hier, even als in de vier volgende deelen, eene groote, telkens verschillende plaat voor, geteekend en gegraveerd door Jan Luyken.

In verso van den titel staat het „Privilegie," gegeven „den xvij July in 't Jaer ons Heeren en Salighmakers duysent ses hondett (sic) en tachtigh." De volgende bladzijde bevat de

„OPDRACHT || Aen d'Edele Manhaften Held || CORNELIS TROMP, *Grave van Syllies-burgh, Ridder, Baron en Admiraal Generaal van Sijne Koninghlijcke || Majesteyt van Denemarken, en Luytenant Admiraal van de Vereenigde Nederlanden.*" zij is gedateerd: „*Amsterdam den* 30 *Wijnmaand || des Jaars* 1681."

In verso de „VOORREDEN || Aen den || LESER."

A—Y. blz. 86. Acht Verthooninghen met 38 kaarten.

DE NIEUWE GROOTE || LICHTENDE ZEE-FACKEL, || 't TWEEDE DEEL. || Vertoonende de Zee-Kusten van het Zuyderste gedeelte van de Noord-zee, 't Canaal, 't Westersche || gedeelte van Engelandt en Schotlandt, Yrlandt, Vranckrijck, Spangien, Marocco, Gualata, || Genehoa en Gambia, met de onder-behoorende Eylanden, mitsgaders de Vlaamsche, || Canarische en Soute Eylanden. || ALS MEDE || De Beschrijvingh van alle Havenen, Bayen, Reeden, Drooghten, Diepten, Streckingen en Opdoeningen van Landen: || Op de ware Pools hooghte geleyd. Uyt ondervindinge van veel ervarene Stuurlieden, Lootsen en Liefhebbers der Zeevaart, vergadert. || Door JAN van LOON, en CLAAS JANSZ. VOOGHT, || Geometra, Leermeester der Wis-konst. || t'AMSTELDAM, Gedruckt voor JOHANNES van KEULEN, Boeck- en Zee-Kaert-verkoper, || aen de Nieuw-brugh, in de gekroonde Lootsman. 1682. || *Met Privilegie voor* 15 *Jaren.* in folio.

De titel is van achteren wit: dan de „OPDRACHT || Aan d'HEER || Mr. KOENRAAD VAN BEUNINGEN. || *Burgemeester en Raad der Stadt Amsterdam.*" gedateerd „*Amsterdam, den* 25 *van Grasmaend* || *des Jaers* 1681." (1 blz.) de „VOORREDEN || AEN DEN || LESER" (1 blz.).

A—Bb blz. 1—98. Zeven Verthooningen met 38 kaarten.

DE NIEUWE GROOTE || LICHTENDE ZEE-FACKEL, || 't DERDE DEEL. || Vertoonende de Kusten van Granaden, Catalonien, Provence, Italien,

Dalmatien, Grieken, Thracien, || Natolien, Syrien, Egypten, en de geheele Noordhust van Barbaryen, met alle haer onderbehoo- || rende en tusschen leggende Eylanden. || Als mede || De Beschrijvingh van alle Havenen, Bayen, Reeden, Drooghten, Diepten, Streckingen en Opdoeningen van Landen. || Op de ware Pools hooghte geleyd. Uyt ondervindinge van veel ervarene Stuurlieden, Lootsen en Liefhebbers der Zeevaert, vergadert || Door CLAAS JANSZ. VOOGHT, || Geometra Leermeester der Wiskonst. || t'AMSTELDAM, Gedruckt voor JOHANNES van KEULEN, Boeck- en Zee-Kaart-verkoper, || aen de Nieuw-brugh, in de gekroonde Lootsman. 1682. || *Met Privilegie voor* 15 *Jaren.* in fol.

De titel heeft in verso hetzelfde privilegie als in het eerste Deel. Dan de „OPDRACHT || aan d'HEER || Mr. NIKLAAS WITZEN, || *Burgermeester en Raad der Stadt Amsterdam.*" (1 blz.) gedateerd „Amsterdam den 12 van Grasmaand || des 's Jaers (sic) 1682." Dan de „VOOR-REDEN || Aan den || LESER" (1 blz.).

A—Z blz. 1—92. Zesthien Verthooningen met XVII kaarten.

DE NIEUWE GROOTE || LICHTENDE ZEE-FAKKEL, || 't VIERDE DEEL. || Verthoonende de Zee-Kusten van Gujana, Venezuela, Carthagena Nova, Costa-Rico, d'Honduras, Yucatan, || Mexico, Florida, Carolina, Virginia, Niew (sic) Nederland, Niew Engeland, Niew Vrankrijk, Terra Neuf, || en de Noorder Zee-Kusten van America, met d'onderbehoorende en tusschen-leggende Eijlanden. || Als mede || De Beschrijvingh van alle bekende Havenen, Bayen, Reeden, Drooghten. Streckingen en Opdoeningen van || Landen. Alles op haar waare Polus-hooghten geleyd. Uyt ondervindingen van veel ervarene Stuurlieden, Lootsen en Liefhebbers der Zeevaert, vergadert. || DOOR || CLAAS JANSZ. VOOGHT, Geometra, Leermeester der Wiskonst. || t' AMSTERDAM, || By JOHANNES van KEULEN, Boek- en Zeekaart-verkooper, aan de Nieuwe-Brugh, in || de Gekroonde Lootsman. 1684. || *Met Praevilegie voor* 15. *Jaren.* in folio.

In verso van den titel staat dezelfde Privilegie als boven: dan de „Opdracht || Aan d'HEER Mr. JACOBUS BOREEL, || *Hooft-Officier en Raad der Stad Amsterdam*" gedateerd „Amsterdam den 1. Wintermaand || des Jaars 1684." De vorige opdrachten waren alle van JOHANNES van KEULEN: hier heeft CLAAS JANSZ VOOGHT, Geometra, haar mede onderteekend (1 blz.). „VOORREEDEN || AAN DEN || LEESER" (1 blz.).

A—IV blz. 1—52. twee en twintigh Verthooningen met 23 kaarten.

De NIEUWE GROOTE || LICHTENDE ZEE-FAKKEL, || 't VYFDE DEEL. || Verthoonende de Zee-Kusten van Guinea, Angola, der Caffers en Brazilien, met d'onderbehoorende en tusschen- || leggende Eylanden/ nogt voor deesen aldus beschreeven. || Alsmede || De beschrijvingh van alle bekende Havenen, Bayen, Reeden, Drooghten, Strekkingen en Opdoeningen van Landen. || Alles op haer waere Polus-hooghte

geleyd. Uyt ondervindingen van veel ervarene Stuurlieden, || Lootsen en Lief-hebbers der Zeevaert vergadert. || *Door* CLAES JANSZ. VOOGHT, *Geometra, Leermeester der Wiskonst, die geen voor de sijne kent als* || *die by* JOHANNES van KEULEN, *gedruckt sijn.* || t'AMSTERDAM, || Gedruckt by JOHANNES van KEULEN, Boeck- en Zeekaartverkooper aan de Nieuwe-brugh in de gekroonde Lootsman / 1683. || Met Previlegie voor 15 Jaren. in folio.

Achter den titel vindt men weder het Privilegie: dan „OPDRACHT || Aan D'HEER || JOHANNES HUDDE, || *Burgemeester en Raad der Stad Amsterdam,*" geteekend alleen door „CLAAS JANSZ. VOOGHT. Geometra. Amsterdam den 1. Sprokkelmaand || des Jaars 1687."

A—E blz. 1—20. 't EERSTE BOECK. Negen Verthooningen met 9 kaarten. N°. 1—9.

Aa—Ee blz. 1—20. 't TWEEDE BOECK. Thien Verthooningen met 10 kaarten. N°. 10—19 *

9)* KLAAR BEWYS || OVER HET || ONMOGELYK || DER || OOST EN WEST-VINDING, || In welke word aangetoond de vergeefse arbyd om het || *Lengde-schil* in zee te vinden, door de wonderlyke en || ongestadige loop der Maan, door Uur-werken, || Zand-lopers, en de Magneetnaalde &c. || *Alles zonne-klaar voorgesteld, en bevestigt met verschyde waarneeminge tot dien eynde* || *van den Autheur gedaan, met een instrument van 44 voeten half middel-lyn.* || *En werd den weg gebaand om indien het te doen was, in zee en op land het* || *Oost en West door de Maans-loop te vinden: en nieuwe berekende Tafe-* || *len tot de Zons-loop, berustende op deszelfs gedane waarneminge.* || Te samen gesteld en in 't ligt gegeven || DOOR || DIRK JACOBSEN SLIKKER, || *Oud Schipper en groot Liefhebber der Wiskonst tot Akersloot.* || vignette. || t'AMSTERDAM, || *Gedrukt voor den Autheur,* || En zyn te bekomen by JOANNES LOOTS, Boekverkooper in de Nieuwe || Brugsteeg, in de Jonge Lootsman. 1703. in 4°.

VIII blz. bevatten den titel, en in verso een LOF-DIGT van S. V. M.; een „AAN DEN || LEZER." (3 blz.) geteekend „Geëyndigt in Akersloot den 8 April 1703."; BLAD-WIJZER (3 blz.) met de „*Druk fouten*" en eene plaat.

A—V. blz. 1—155 en 5 bladz. zonder pagineering en 4 platen.

10) DE || NIEUWE GROOTE || LICHTENDE || ZEE-FAKKEL || enz. Vergadert door Wijlen || CLAAS JANSZ. VOOGT, || *Geometra en Leermeester der Wiskonst.* || zijnde deeze Druk merkelijk vermeerderd en verbeeterd. || DOOR || GERARD HULST VAN KEULEN. || TE AMSTERDAM, || Bij GERARD HULST VAN KEULEN, Zeekaart- en Boekverkooper, Compas, Sextant, Octant, || Graadboog en Mathematisch Instrumentemaker, aan de Oostzijde van de Nieuwenbrug, 1788. in folio.

Vijf deelen tekst en vijf deelen kaarten.

Achter de tekst volgt eene „AMPLIATIE" „VERZAMELING VAN LANDVERTOONINGEN" door den schrijver F. J. Wierts opgedragen aan Prins Willem den V.

11)* EUCLIDIS || BEGINSELEN || der || MEETKONST, || Vervaat in 15 Boeken, || *waar by 't* 16 *Boek. Fr. Flussatis Candallae.* || Begrijpende de Beginselen, op dewelke de gant- || sche Wiskonst rust, || *Daarom ook te recht genaamt* || BEGINSELEN DER WISKONST. || Eerst in onse nederduytse taal met alle omsightigheyd, kort- || heyd en klaarheyd opgesteld || DOOR || CLAAS JANSZ. VOOGHT Geometra, || Geswooren Landmeeter en Leermeester, in de Wiskonst, als Stuur- || manskonst enz. tot Amsterdam. || Καθαρμοὶ ψυχῆς λογικῆς εἰσιν αἱ μαθηματικαὶ ἐπιστῆμαι. Hierocl. || vignette || t' AMSTERDAM, || By JOHANNES van KEULEN, Boeken-Kaartverkoper, bij de Nieu- || we-Brugh, in de gekroonde Lootsman. Anno 1695. || *Met Privilegie voor* 15 *Jaren.* in 4°.

24 bladz. (zonder paginatuur) bevatten titel, Privilegie (2 blz.) hetzelfde als dat bij Noot (8), en Opdracht aan „Wel-Edele Groot-Agtbare Heer, || DE HEER || NICOLAAS WITSEN, || *Burgermeester en Raad der Stad Amsterdam, enz.*" (4 bladz.) gedateerd *t'Amsterdam op St* || *Niclaas dag den* || 6. *December des* || *jaars* 1694."; INLEYDING (8 bladz.); twee verzen van CAREL vander HEM (5 blz.) 1 dito van M Groenendijk „LEERLINGS AANSPRAAK || of || DANKBAARHEID || Aen zijn || MEESTER CLAES JANSZ. VOOGD. || *Wanneer dien beroemden Wiskonstenaar Euclidem in zijn ge-* || *heel en meer daar toe hem voor S. Niclaas gift gaf.*" (3 blz.).

A—Pppp. blz. 1—671.

12)* NIEUW AMSTERDAMMER || GRAAD-BOEK, || Inhoudende de Tafelen der Declinatie des || Zons tot Ao. 1700. mitsgaders der Noord-Sterren, || en der andere voornaamste vaste Sterren: Als ook || verscheyde andere Tafelen: bereekent || tot Ao. 1700. || *Berekent op den Meridiaan deser Landen.* || Gedienstigh voor alle Zeevaarende Lieden. || Met een kort begrijp van alle Langhs- en Dwars- || courssen, van d'Oosterse, Noordse, Westerse || en Straatse Scheepvaart: || Soo na een rechtwijsendt/ als na de hedendaeghse || waargenoomene miswijsende Compassen gevoegt. || DOOR C. J. VOOGHT, Geometra || *Leermeester der Wiskonst tot Amsterdam.* || vignette: drie schepen met volle zeilen en twee dolfijnen || t'Amsterdam Bij Joannes van Keulen, Boekverkooper/ || en Graadboog-maker aan de Nieuwebrugh/ in de || Gekroonde Lootsman/ Anno 1696. in 8°.

A—O, 224 bladz. (niet gepagineerd).

Het werk wordt voorafgegaan door een „Tot den || LEESER" (2 bladz.)

Vóór vel H vindt men den titel

„ALMANACH, || Use || De Nieuwe Stijl, || Der 7 aan-een-volgende Jaaren, van || 't Jaar 1694, tot 't Jaar 1700. || Gestelt || Op den Meridiaan der Stadt || vignette, dezelfde als op den hoofdtitel || t'AMSTERDAM, || Bij Johannes van Keulen, Goekverkooper / en Graad- || boogh-maker / aan de Nieuwe brugh / in de Ge- || kroonde Lootsman."

Deze Almanach beslaat slechts tien bladzijden. Daarop volgt de titel „ Een kort Begrijp || *Van alle* || Langhs- en Dwars-coursen || van d'Oosterse, Noordtse, Wester- || se en Straatse Scheepvaart: || Soo na een rechtwijsend, als na de heeden- || daaghse waargenoomene mis-wij- || sende Compassen gevoegt || En dit alles na de naauwkeurigste ondervindingen || van verscheyde en ervarene zee-luyden. || vignette, drukplaats, enz. hetzelfde als op den vorigen titel. ||

18)* NIEUW VERBETERD || GRAAD-BOEK, || Inhoudende de Tafelen der Declinatie des Zons, || met het verlopen derzelver tot Ao. 1800, mits- || gaders die der Noord en andere voornaamste || vaste Sterren, als ook verscheyde andere || Tafelen. || Voor eenige Jaaren. || *Berekent op de Meridiaan dezer Stad.* || Dienstig voor alle Zeevaarende Lieden || Met een kort begrip van alle Langs en Dwars- || koersse van d'Oosterse, Noordse, Westerse, || en Straatse Scheepvaart. || Soo na een rechtwijzend als na de waarge- || noome miswijzende Compassen gevoegt. || OPGESTELT DOOR || C. J. VOOGT, *Geometra.* || Op Nieuw overgezien en verbeterd, maar || de Nieuwste Autheuren || Met de nieuwe Zons Declinatien. || vignette || t'AMSTERDAM, || By JOANNES VAN KEULEN EN ZOONEN, || Boek- en Zeekaart-verkopers, Compas, Oc- || tant en Graadboog-makers, aan de Nieuwen- || brug, in de Gekroonde Lootsman. 1776. in 8°.

Van de vier eerste bladzijden (zonder paginatuur, die trouwens in het geheele werk ontbreekt) komt de titel op blz. 1. het „TOT DEN || LEEZER" || op bladz. 2 en 3; terwijl het werk begint op blz. 4. Later is tusschen blz. 2 en 3 van het TOT DEN LEEZER ingeplakt de „COPY VAN DE PREVILEGIE" (2 bladz.) gedateerd „ op den 16den April in 't Jaar onzes Heeren || ende Zaligmakers Duizent Zeevenhondert Agt en Zeventig," dus twee jaren na het jaartal dat op den titel voorkomt Verder

A—F (96 bladz ) het werk zelf.

G—M (96 bladz.) de tafels der langs en dwars-koersen met den titel:

Een kort || BEGRIP || VAN ALLE || Langs- en Dwars-Courssen van d'Oos- || terse, Noordse, Westerse, en Straat- || se Scheepvaart: || Soo na een rechtwijzend, als na de || waargenoomene miswysende || Compassen gevoegd. || En dit alles na de naaukeurigste ondervindingen van

verscheide ervarene Zee-lupden. || Door C. J. VOOGT, *Geometrat* || vignette. || t'Amsterdam, || Bij JOANNES VAN KEULEN en ZOONEN, || Boek- en Zeekaartverkoopers, Compas, Octant, || Graadboog, en Matth: Instrumentmakers, || op de Hoek van de Nieuwe Brug, in de || Gekroonde Lootsman. in 8°.

14)* STELKONSTIGE || REECKENING || VAN DEN || REGENBOOG, || *Dienende tot naedere samenknoping* || *der Natuurkunde met de Wiskonsten.* || vignette: eene sphaera armillaria. || In 's GRAVENHAGE, || Ter Druckerye van LEVYN VAN DYCK, || M.DC.LXXXVII. in 4°.

In verso van den titel eene aanhaling uit „*Cicero Tusculanarum quaestionum*" || *Lib.* 1 *in princ.* || „In summo apud illos honore Geometria || fuit, itaque nihil Mathematicis illustrius. || At nos metiendi rationandique utilitate hujus || artis terminavimus modum."

Daarop een „AEN DEN LEZER" (2 blz.).

A—B. blz. 1—20, met zes tusschen de tekst gedrukte meetkundige figuren.

15)*'T VERGULDE LICHT || DER || ZEEVAART, || OFTE || KONST der STUURLIEDEN. || *Zijnde een volkomen en klare Onderwijsinge der Navigatie, bestaande in 't* || *geen een Stuurman hoognodig behoorde te weten.* || In 't licht gebracht door || CLAAS HENDRIKSZ. GIETERMAKER, in sijn leven Exami- || nateur van de Geoctroyeerde Oost- en West-Indische Compagnie. || Voor de eerste maal by my Gedruckt. || *Het vierde Boeck vermeerdert met de Ontbindingh van verscheyde konstige t'saam-* || *gevoegde Questien, door* FRANS vander HUYPS. || Als mede de Exame der Stuurlieden, en d'Instructien van de eigenschap der Winden in 't vaarwa- || ter tusschen Nederlant en Java, en van de Naalden, Parallel leggende onder de Roos van 't Compas, || de Declinatie Tafelen verlengt tot 't Jaar 1727. En achter aan de *Logarithmus Tafelen*, || van *Sinus*, *Tangens* en *Secans*, &c. || Van de voorgaande druk-fouten volkomentlijck gesuyvert en gecorrigeert, || Door NICOLAAS DE VRIES, *Leermeester der Wiskonst alhier.* || vignette: een schip in volle zeilen, met hollandsche vlag || t'Amsterdam, || By JOHANNES van KEULEN, Boek en Zeekaart-verkooper / en Graadboogmaker / || aan de Oost-zijde van de Nieuwe-brug / in de Gekroonde Lootsman / 1697. || Met Previlegie voor 15 Jaaren. in 4°.

Dit is eene van de vele uitgaven van dit zeer gezochte werk: de eerste druk is van 1660, de tweede is van 1671*, de derde van 1683, de vierde is de bovengenoemde van 1697*, de vijfde is van 1707, de zesde van 1712, de zevende van 1728, de elfde van 1742*, de twaalfde van 1774*. Latere drukken zijn mij niet voorgekomen.

# OVER DEN IJK VAN GASMETERS.

DOOR

F. J. STAMKART.

In een stuk, ingekomen in de Vergadering der Akademie, Afdeeling Wis- en Natuurkunde, van den 24sten April jl., en toen voorgelezen, zijn door den Heer RIJKE bedenkingen in het midden gebragt tegen hetgeen door mij gezegd is omtrent de drukking, welke noodig zoude zijn om door een gasbrander ongeveer 140 à 150 liter gas per uur te doen stroomen, zoo als dit is opgenomen in het Proces-verbaal der Vergadering van den 24sten Februarij jl.

Niettegenstaande uit genoemd Proces-verbaal duidelijk is, dat ik alleen gesproken heb over de minimum-drukking in den gashouder, en niet van de drukking onmiddellijk vóór den gasbrander achter het laatste kraantje, schijnt echter de Heer RIJKE aan het door mij aangevoerde deze laatste beteekenis te geven. Ik zal dus hieromtrent eenige nadere verklaring van het door mij beweerde moeten geven — en ik acht dit te eerder noodig omdat in het Verslag van de Commissie van rapporteurs aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal, in dato 30 April jl., de drukking, „waaronder de *verificatie* der gasmeters zal plaats „hebben," een *hoofdpunt* genoemd is.

Ik zal zoo kort mogelijk trachten te zijn.

De branders waarmede ik heb waargenomen, zijn gewone Argandsche porseleine branders, waarin 24 gaatjes van zeer nabij

0,5 mm. opening, zoo als zij door den Heer KIPP te Delft geleverd zijn, zonder dat ik daar eenige aandacht op heb gehad: dus zoo als zij in den handel voorkomen. Voor den eigenlijken brander bevindt zich het wel bekende kraantje tot regeling van de vlam. De kraanopening is 4,5 mm. wijd, en heeft dus, als de kraan geheel geopend is, eene doorsnede van 15,9 mm². Na dat de lucht of het gas deze opening doorgegaan is, doorloopt zij een kort eindje buis, dat zich daarop in twee takken verdeelt, ieder ter wijdte van 2,5 mm en dus eene doorsnede van 4,9 mm² ieder, te zamen 9,8 mm². Hierna komen de 24 gaatjes, te zamen eene doorstroomingsoppervlakte aanbiedende = 4,7 mm².

Er zijn echter ook andere branders in gebruik, waarbij de afstand van het kraantje — dat tot regeling van de vlam dient, — grooter is dan bij de branders die ik gebruikt heb. — Van die soort vindt men b. v. eene afbeelding in fig. 1, plaat IV van de door den Heer RIJKE aangehaalde *Annales de Chimie et de Physique*, Troisième série, 1862. — Schattenderwijze is in die teekening de afstand van het kraantje tot den brander ongeveer 30 à 35 mm; zoo als men kan afleiden uit de grootte van den manometer, die hier mede is afgebeeld.

Die manometer bevindt zich *tusschen het kraantje* en *den brander*, de drukking wordt dus gemeten na dat door het gas *alle vroegere tegenstanden*, van de straatleiding af, zijn overwonnen, en er nog maar alleen de *weerstand in den brander overblijft*. Hiermede stemt overeen hetgeen door de Fransche schrijvers op pag. 431 gezegd, en op pag. 447 nogmaals uitdrukkelijk herhaald wordt, te weten: *„on notait la pression sous laquelle „le bec brulait, ou moyen d'un manomètre à eau adapté au „porte-bec."* De Heer RIJKE heeft dit niet vermeld.

Bij mijnen toestel zijn manometers geplaatst: één kort voor de uitlaatpijp en een kort achter de uitlaatpijp van den gasmeter; en eene diergelijke inrigting is er ook bij den beproevingstoestel van gasmeters in de nieuwe gasfabriek te Rotterdam. Bovendien nog een manometer boven den gashouder, waarmede gemeten wordt, en welken laatsten ik de *meetklok* genoemd heb. De manometer boven de klok wijst bij mij nog iets hooger dan bij de inlaatbuis van den gasmeter.

Indien een brander 140 liters gas per uur zal doorlaten dan staat dit (aannemende 0,425 voor de digtheid va het gas, die van de lucht = 1 zijnde) nagenoeg gelijk me 92 liter lucht, die onder dezelfde drukking er doorgevoer worden.

100 liter gas voor 5 branders vorderen dus 8′ 34″; voor doorstroomen; 100 liter lucht eischen 13′ 3″.

Met mijnen toestel heb ik nu b. v. waargenomen met ee *vijf*lichts natten gasmeter van BRUNT N°. 169832, waarbij d toevoerkraan juist een *rond getal minuten* na het openen, ge sloten werd.

| druk inlaat | druk uitlaat | doorgestroomde lucht volgens de meetklok | tijd | 100 liters in |
|---|---|---|---|---|
| 13 mm | 10 mm | 53,91 liter | 9′ | 16′ 41″ |
| 32 " | 29 " | 52,05 " | 5′ | 9′ 36″ |

De drukking bij den inlaat, die eene doorstrooming va 100 liters in 13′ 3″ tijds voortbrengt, is dus te zoeken tus schen 13 en 32 mm. — Rekent men die drukking, in d benaderende onderstelling, dat de snelheid van uitstroomin is als de vierkants-wortels uit de drukkingen bij den uitlaat dan vindt men uit de drukking van

10 mm. bij eerste waarneming, . . . 16,3 mm.
uit de drukking 32, der tweede waarneming 15,7 mm.

Gemiddeld 16 mm. bij uitlaat en 19 bij inlaat.

Bij een *drie*lichtsmeter moeten 100 liters *lucht* in 21′ 45 doorstroomen, opdat er 92 liters per uur en per brande doorgaan.

Met eene drogen 3-lichts-gasmeter heb ik gevonden; de kraa sluitende als er juist 100 liters doorgegaan waren: —

| druk inlaat | druk uitlaat | doorgestroomde lucht | tijd |
|---|---|---|---|
| 11,5 mm | 7, 8 mm | 100 liter | 32′ 10 |
| 34,0 " | 30, 0 " | " " | 15′ 2 |

De drukking die de uitstrooming van 100 liters in 21′ 45 bewerkt, is dus weder tusschen 11,5 en 34,0 mm;

Gemiddeld als voren berekend: $\frac{14{,}3 + 17{,}1}{2} + 3{,}8 = 19{,}5$ mm.

Met eenen anderen droogen 5lichts-gasmeter heb ik regtstreeks gevonden, dat bij eene drukking van 19 mm, er 445 liter lucht per uur doorstroomde of 89 liter per brander, dat is dus slechts 3 liter onder de 92 liters.

Eindelijk heb ik de proef genomen hoe veel lucht zoude doorstroomen *zonder tusschen*-voeging van een gasmeter, uit mijne meet-klok (of gashouder) en de 5 branders open.

Toen heb ik gevonden dat bij eene drukking van 18,8 mm 470 liters door de 5 branders stroomden, dat is 94 liter per brander; 2 liter *boven* de 92 liter.

Dezelfde 5-lichts-natte gasmeter BRUNT N°. 169832 is te Rotterdam bij de fabriek, onder directie van den Heer DOESBURGH, onderzocht geworden en toen is gevonden

| druk inlaat | uitlaat | doorgestroomd gas | tijd | |
|---|---|---|---|---|
| 0,7 Ed. | 0,6 Ed. | 100 liter | 8′ 48″ | 5 lichten brandend |

100 liters in 8′ 48″ . geeft 648 liter per uur voor de 5 lichten.
of zeer nabij 130 " " " " één licht.

Ik zoude hier nog meer proeven kunnen bijbrengen b. v. van een droogen 10lichtsmeter, beproefd, op mijn verzoek door den Heer DOESBURGH; hierdoor stroomde 100 liters gas, bij eene drukking van 19 mm. bij den inlaat en 15 bij den uitlaat in 3′ 48″, dat is voor 5 lichten in 7′ 36″.

Een *drie*lichtsmeter vorderde, ook bij 19 mm. druk bij inlaat en 16,7 bij uitlaat, 15′ 32″ om 100 liters door te laten, dat is herleid op den 5 lichtsmeter . . . . . 9′ 15″

Een nieuwe drooge 5lichtsmeter van SIRY LEZARIS liet
bij 21,6 mm inlaat- en 17,5 mm. uitlaatdrukking,
100 liters door . . . . . in . 8′ 8″
maar bij 11,2 en 8,4 mm. druk, was er noodig. . 15′ 11″

Eene geheele gelijkheid is hier niet te verwachten, want de uitkomst hangt o. a. ook zamen met de digtheid van het doorstoomende gas, van toevallige tegenstanden enz.

De Heer RIJKE zegt in zijn opstel over de drukking, waar-

onder het gas door gasbranders gevoerd moet worden; dat h: bij de te ontwerpen verordening voor de beproeving van ga: meters, „natuurlijk zoo veel mogelijk ronde getallen in me „trische maat wenschte op te nemen en daarom in plaats va „12,7 millimeters 10 millimeters voor te stellen."

Naar het mij voorkomt, zoude men, om tot een rond geta te komen, even goed 15 mm. hebben kunnen kiezen; 2,3 mm *meer* dan 12,7. En had de Heer RIJKE dat gedaan, wij zoude veel nader geweest zijn.

De Heer RIJKE heeft vooraf zeker willen zijn, dat die druk king van 10 mm. in de practijk zou voldoen, en daarom aa verschillende deskundigen gevraagd, of men het met die druk king zoo naauw moest nemen, of er des noods niet één tiend duim af zoude kunnen genomen worden; van allen heeft d Heer RIJKE hetzelfde antwoord ontvangen: *zij zagen daar ge nerlei bezwaar in.* Het is duidelijk, dat zoo de RIJKE ge vraagd had, *of er niet één tiende duim bij gevoegd zoud kunnen worden*, het ook nog weder een gelijk antwoor zoude geweest zijn; want inderdaad het behoeft met de druk king *voor de beproeving der gasmeters* zoo naauw niet genome te worden.

Ik heb b.v. den natten gasmeter 169832, den 3den Januari jl. geverifieerd bij verschillende drukkingen. De gemiddelde uit komsten telkens van drie proeven, waarbij eerst door 5 bran ders, dan door 3 branders en daarna slechts door één brande de lucht uitstroomde, zijn geweest:

| Druk inlaat. | Druk uitlaat. | hoeveelheid doorgevoerde lucht uit de meetklok. | hoeveelheid geregistreerde lucht. | tijd. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13 mm. | 11 mm. | 110,8 liter | 110,4 liter | 9′ | 5 br |
| | | | | 9′ | 3 br |
| | | | | 14′ | 1 br |
| 32 „ | 30 „ | 124,4 „ | 124,4 „ | 5′ | 5 br |
| | | | | 6′ | 3 br |
| | | | | 10′ | 1 br. |
| 54,3 „ | 53 „ | 154,7 „ | 154,9 „ | 4′ | 5 br. |
| | | | | 6′ | 3 br. |
| | | | | 10′ | 1 br. |

Men ziet, dat *wat de beproeving betreft*, de meerdere of mindere drukking geen verschil heeft opgeleverd, dat de gasmeter goed is bevonden.

Als tweede voorbeeld kies ik den reeds vermelden droogen gasmeter N°. 224304.

| Drukking inlaat. | uitlaat. | hoeveelheid doorgevoerde lucht uit de meetklok. | hoeveelheid geregistreerde lucht. | tijd. |
|---|---|---|---|---|
| 11,5mm | 6,6 à 9 mm | 100 liter | 104,38 liter | 32'10" 3 br. |
| 34,0 " | 29 à 31 " | " | 104,14 " | 15' 2" " " |
| 56 " | 49½ à 52 " | " | 104,15 " | 11' 4" " " |

Men ziet weder dat de drukking zoo goed als geen invloed op de beproeving heeft gehad; maar dat de gasmeter afgekeurd moet worden, omdat hij ruim 4 pCt te veel geregistreerd heeft; en niet minder omdat de manometer bij den uitlaat niet standvastig op dezelfde hoogte bleef, maar sprongsgewijze rees en daalde. De gasmeter was dan ook een die reeds vele jaren gebruikt was, maar ten laatste wegens ongestadig licht, niet meer gebruikt kon worden.

Meer voorbeelden zouden kunnen staven dat de drukking waarbij de beproeving plaats heeft in het algemeen geen, of bijna geen invloed op het onderzoek heeft, zoo men slechts zorgt, door tegendrukking, den meter niet te snel te laten loopen.

En inderdaad was dit zoo niet, dan zouden de gasmeters onbruikbare werktuigen zijn. De meer- of mindere drukkingen, die de gasfabrieken geven, zouden dan van invloed op de meting zijn.

Het voorstel dus om de beproeving juist of zeer nabij met eene drukking van 10 mm. *bij de inlaatpijp te doen, rust op geenen wetenschappelijken grond.* Ik weet maar één geval, en wel bij den droogen 5lichts-gasmeter van de polytechnische school, waarbij de drukking van beduidenden invloed is op het *registreeren* van het werktuig, indien men de 5kraantjes der branders steeds geheel open laat, even als bij den bovenvermelden 3lichts-gasmeter N°. 224304, steeds de 3 kraantjes geheel open waren.

De laatstgenoemde 5lichts dr. gasmeter maakt echter uitzondering onder meerderen, die de Heer DOESBURGH op mijn verzoek onderzocht heeft.

De drukkingen, die volgens de gehouden enquête, hier te lande in de gasleidingen gegeven worden, zijn:

| | |
|---|---|
| te Rotterdam, het minimum der straatverlichting 21 mm. en volgens den Heer DOESBURGH, in het algemeen hier te lande, ongeveer . . . . . | 10 tot 75 mm |
| te Amsterdam, de Heer SIMON THOMA . . . . . | 20 " 40 |
| te Delft, de Heer BRUYN-KOPS . . . . . | 7 " 70 |
| te Utrecht, de Heer KRECKE . . . . . | 15 " 60 |
| te Schiedam, de Heer BRYAN . . . . . | 10 " 80 |
| te Gouda, de Heer ROLL. . . . . | 15 " 40 |
| te Amsterdam, de Heer EGELER . . . . . | 12 à 15 " 50 |
| te Schoonhoven, de Heer LINN. . . . . | 13 " 50 |
| te 's Gravenhage, de Heer VOGIN. . . . . | 20 soms 10 " 50 à 60 |

Men kan alzoo als minimum ongeveer 10 à 20 mm
en als maximum. . . . . 70 " 80 "

aannemen. Natuurlijk worden de grootste drukkingen in de nabijheid der gasfabrieken, de minste op de meest daarvan verwijderde plaatsen gevonden.

Daar nu de gasmeters dienst moeten doen in al de gevallen tusschen laagste en hoogste drukkingen in, zoo is het duidelijk dat de beproeving ondoelmatig zoude geschieden juist bij de minste drukking van 10 mm. die, men mag zeker zeggen, bij uitzondering plaats vindt. De Commissie heeft voorgesteld, als eén middengetal 40 mm. te nemen even als in Duitschland, en zoo men er dan ook nog bijvoegt, dat de uitstrooming zóó moet geregeld worden, dat zij met behoorlijke snelheid geschiedt, dat is 140 à 150 liters gas per licht en per uur levert, dan kan de beproeving gewis goed geschieden. Mogelijk ware het nog doelmatiger om, evenals in Canada zal geschieden, een tweetal drukkingen voor de beproeving aan te nemen, b. v. 20 en 50, althans voor de gevallen eener herziening, of wanneer groote naauwkeurigheid noodig is.

Voor Canada is, in verbetering der Engelsche wet, voorgeschreven het volgende, pag. 101 van het *Seventh Annual Report of the Warden of the Standards* &c.

3) " The meter to be tested for per-centage of error shall " be fixed in a horizontal base, and shall be tested at a pres- " sure equal to a columm of Water one inch high, (25,4 mm.) " and also under a pressure equal to a columm of Water of " five-tenths of an inch high &c."

Het door den Heer RIJKE medegedeelde over de drukking, waaronder het gas door gasbranders gevoerd moet worden, zoude ik nu verder kunnen voorbijgaan, want het betreft een geheel ander onderwerp, namelijk de drukking *onmiddellijk* voor de gasbranders, in verband met den vorm dier branders, en geenszins de drukkingen, waaronder de *gasmeters*, die het gas meten, werkzaam zijn.

Het verschil tusschen de drukking in den *porte-bec*, die dikwijls zeer gering is, en de drukking waaronder de Gasmeter werkte, is reeds uit de getallen door den Heer Rijke, pag. 4 van zijn opstel aangehaald, op te maken, waar staat, dat bij eene breedte der spleet = 0,2 mm. van den *vleermuis*-brander, de drukking 30,3 mm. bedroeg. De Gasmeter werkte dus onder eene drukking, die zeker grooter dan 30 mm. was. —

Naar gelang de spleten wijder werden, verminderde de drukkingen in den *porte-bec*, en wel nagenoeg zoo, dat het product van de *tweede magten* der spleten *met de drukkingen* standvastig bleef; gemiddeld = 1,143. De getallen door den Heer Rijke pag. 5 aangehaald betrekkelijk de zoogenaamde waskaarsbranders, zijn ontleend aan eene tabel pag. 448 der Ann. de Chimie, en toonen hetzelfde aan. Bij eene middellijn van de opening van den brander van 1 millimeter, staan de volgende getallen: —

| Hoogte van de vlam. | Gebruik per uur. | Licht intensiteit, vergeleken bij een Carcel-lamp, van 42 gram verbruik. | Berekende hoeveelheid gas noodig om de sterkte eener Carcel-lamp te verkrijgen. | dito om de sterkte van eene stearine kaars te verkrijgen. | Drukking. | Aanmerkingen. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 67 | 25 | 0,06 | 416 | 55 | 7 | bleeke vlam. |
| 100* | 37 | 0,14 | 264 * | 37 | 11 * | regelmatige. |
| 150 | 51 | 0,24 | 212 | 30 | 22 | schoone vlam |
| 200 | 66 | 0,38 | 173 | 24 | 35 | " |
| 250 | 80 | 0,51 | 156 | 22 | 50 | " |
| 300 | 100 | 0,65 | 153 | 22 | 68 | " |

De getallen in de 4de kolom zijn de quotienten van het gebruikte gas per uur, door de licht-intensiteiten.

Uit de kolom der drukkingen, die tot 68 mm. opklimt blijkt dus weder, dat de *Gasmeter* onder een zeer aanmerkelijke drukking in werking is geweest, — Zoo men 3 mm. van elke drukking aftrekt, en de resten deelt in de *tweede* magten der gebruikte hoeveelheden gas per uur, dan bekomt men weder. betrekkelijk weinig van elkander afwijkende quotienten, even als bij de uitstrooming door eene kleine opening, in eenen dunnen wand, het vierkant der snelheid, gedeeld door de drukking, nagenoeg standvastig is.

De *porte-bec* kan dus eenigermate beschouwd worden als een vat waaruit aan eene zijde door eene naauwe opening het gas stroomt, waarvan de snelheid door de gebruikte hoeveelheid per uur gemeten wordt, terwijl aan de andere zijde het gas binnenstroomt door eene kraan, die meer of minder wordt opengesteld. Vóór die kraan stond eene drukking die zeker 68 mm. overtreft.

Ik geloof in het bovenstaande genoegzaam aangetoond te

*) Getallen door den Heer RIJKE uitgekozen.

hebben, dat hetgeen de Heer RIJKE aanvoerde, van geen de *minste toepassing* is op hetgeen ik vroeger gezegd heb.

Dat eene beproeving bij 10 mm. drukking bij de inlaatpijp *kan* geschieden, wordt geenzins door mij ontkend. De beide boven medegedeelde proeven slaagden, zoowel bij iets meer dan die 10 mm. drukking, als bij hooger drukkingen, binnen de grenzen der aanneembare fouten. Men kan zelfs verder gaan en drukkingen aanwenden die slechts even voldoende zijn om de tegenstanden in den Gasmeter te overwinnen.

Eene andere vraag is evenwel, of de beproeving juist onder de drukking van 10 mm. *moet* geschieden om goed te zijn, en dit is het wat ik *bepaald ontken*. En zoo het dan niet *moet*, maar ook bij veel hoogere drukkingen goede uitkomsten verkregen worden, dan is het de tweede vraag naar de meest *doelmatige*, meest practische maat van drukking. Het antwoord hierop wordt gegeven, door de maat der drukkingen, die in de gasleidingen bij ons plaats hebben, niet alleen, maar die noodzakelijk zijn; want gewisselijk, zoo mindere drukkingen voor het verbruik voldoendewaren, de gas fabriekanten zouden minder drukking geven, om het *verlies* aan lekking in de buizen te verminderen. — De gasmeter worde geplaatst zoo na mogelijk onder de omstandigheid, waaronder hij gebruikt zal worden; dat is bij eene drukking niet minder dan 20, niet meer dan 70 mm. — Een gemiddelde, zoo als de Commissie van enquête, in navolging van Duitschland voorstelde van 40 mm, is niet ondoelmatig, waarbij tevens de afvoerkraan zoo geregeld wordt, dat in één uur 140 à 150 liter gas per brander doorgevoerd wordt — onverschillig of dit gas verbrand wordt of niet; zoo als wanneer men geen gas maar lucht voor de beproeving bezigt. — Wat dit branden van het gas, dat voor de meting gediend heeft, betreft, het is veeleer noodzakelijk, opdat het vertrek *niet met lichtgas vervuld zal worden* dan dat het voor de *beproeving als zoodanig van den meter* dienstig zoude wezen.

Of men bij het gebruik van lucht *iets* doelmatiger doet, de snelheid van doorstrooming zoo te regelen als bij het gebruik van gas door het wijder open zetten van de afvoerkraan — gelijk elders voorgeschreven is, of (gelijk ook kan) door de drukking in de meetklok te verhoogen, — *dan wel* dat

men drukking en kraanopeningen dezelfde laat als bij het bezigen van gas, weet ik nog niet. Zoo er reden van voorkeur bestaat, deze kan, wat de verificatie betreft, slechts gering zijn.

Eene bepaling, zooals in Canada, van twee verschillende drukkingen — maar binnen de grenzen die in de gasleidingen voorkomen, heeft ook veel voor. — Het zoude althans vrijgelaten moeten zijn aan de ijkers, om de drukkingen te varieeren, wanneer hun dit dienstig mogt voorkomen. Een vast voorschrift bij eene *wet*, zooals in Engeland, zoude ik betreuren. Eene administratieve regelmatigheid is het eenig noodzakelijke.

Wat eene beproeving betreft bij den laagsten waterstand in een natten gasmeter, zij uit het Proces-verbaal der Vergadering van den 28$^{sten}$ Februarij jl. hier herhaald:

Ik acht zulk eene verificatie minder zeker, omdat die laagste stand reeds beproevender wijze moet gevonden worden, alvorens de verificatie aanvangt. Het gevolg moet zijn dat de middelbare fout grooter wordt, dan bij eene beproeving met normalen stand. En ik weet bij ondervinding wat eene onzekerheid in heeft, wanneer het er op aankomt eene stellige uitspraak te doen, *goed-* of *af te keuren*. Goedkeuren is voor een ijker het gemakkelijkste. De fabriekant is tevreden en dient geen klagt bij het Gouvernement in. Om af te keuren moet men zoo zeker mogelijk van zijne zaak zijn, en niet tegenover middelbare waarnemingfouten staan, die verontrusten kunnen.

Ten laatste zij, van hetgeen ik in de Vergadering van den 31$^{sten}$ Januarij heb voorgedragen, hier nog toegevoegd omtrent een natten gasmeter, waarbij het water op nagenoeg standvastige hoogte blijft door middel van een halven cirkelvormigen cylinder, die volgens zijne as is doorgesneden, het soortelijk gewigt heeft $= \frac{1}{2}$ en om zijne as als een drijver of vlotter kan draaijen. De uitkomst der beproevingen met zulk eenen *drie*lichts-meter, was, niettegenstaande een *verschil van* 0,9 *liter water* inhouds, tusschen de grenzen waarbinnen de meter kan werken, dat het *verschil in registratie* nog geen 0,7 pCt. beliep. — Deze inrigting, om de oppervlakte van het water constant te houden, is reeds in 1862 door J. H. SCHILLING beschreven geworden in het *Journal für Gasbeleuchtung*, 5$^{er}$ Jahr-

gang, pag. 235. — SCHILLING zegt: „Dass diese mechanische „Anordnung ihren Zweck vollkommen erfüllt" &. Hij voegt er echter de aanmerking bij: „Der Umstand indessen, dass die „Uhr genau horizontal aufgestellt sein muss, um exact zu wir- „ken, damit wirklich beim Bespülen der Achse der Normal- „Wasserstand hergestellt ist, dürfte einer allgemeinen Verbrei- „tung dieser Anordnung, welche ich bei der ELSTER'schen Uhr „vor mir habe, wesentlich hinderlich sein." Wat van dit laatste zij, zal ik onderzoeken.

# UNTERSUCHUNGEN

IM PHYSIOL. LABORATORIUM DER UTRECHTSCHEN UNIVERSITÄT

ÜBER DEN

# CILIARMUSKEL DES VOGELAUGES.

VON

Dr. **J. P. HUEL** und Dr. **Fr. HOSCH**.

Vor 60 Jahren entdeckte CRAMPTON *) einen kleinen Muskel im Adlerauge.

Nach seiner Angabe entspringt derselbe von der Innenfläche des Knochenringes und inserirt sich an einen sehnigen Ring an der Innenfläche der Hornhaut, ungefähr eine Linie von deren Rande entfernt. Er nannte denselben musculus depressor corneae, indem er annahm, dass der Muskel die Cornea abflachte. Wenn er die Chorioidea entfernte, so sah CRAMPTON dass die Muskelfasern sowohl mit der Innenfläche der Chorioidea als mit dem Knochenringe zusammenhingen.

In Uebereinstimmung hiemit unterscheidet BRUECKE †) zwei Muskeln: einen vorderen, der sich zwischen Knochenring und der innersten Corneaschichte erstreckt „musculus Cramptonianus" und einen hinteren, der vom Knochenringe nach der Chorioidea hinzieht. Letzerer allein sollte seinem „tensor chorioideae" entsprechen.

Ausserdem beschäftigten sich TREVIRANUS §) und HUECK **) mit dem CRAMPTON'schen Muskel, und lieferten mehr oder weniger zutreffende Beschreibungen.

---

*) THOMSON's *Annalen* T. I.

†) MUELLER's *Arch.* 1864. p. 375.

§) *Beitr. z. Anat. u. Physiol. d. Sinneswerkzeuge d. M. u. Pf.* Heft I.

**) *Die Bewegung d. Krystalllinse.* Leipzig 1841.

Im Jahre 1853 untersuchte DONDERS *) den Ciliarmuskel des Vogelauges. Er fand, dass von den inneren Hornhautlagen eine Schicht fibrösen Gewebes sich nach hinten fortsetzt, ungefähr bis zum dritten Theile des Knochenringes; dieses Gewebe sei identisch mit dem Sklerotical gewebe, und könne desshalb mit dem Namen der „inneren Skleraplatte" belegt werden. Von der Aussenfläche dieser Platte sah er die Muskelfasern entspringen, die vordersten ungefähr gegenüber der Irisanheftung; sie verlaufen nach aussen und nur ein wenig nach hinten. Die folgenden neigen sich immer mehr nach hinten, um sich gegenüber dem Knochenringe an die Sklerotika anzuheften. Endlich, die Fasern die von hintern Ende der inneren Skleraplatte entspringen, folgen der Krümmung des Knochenringes, und verlieren sich in der Chorioidea an der Stelle, wo die Knorpelplatte sich vor den Knochenring vorschiebt.

Dies die Anordnung des Muskelfasern, wie DONDERS dieselbe vorfand bei der Taube, dem Truthahn, der Elster und dem Reiher. Den Muskel in seiner Gesammtheit characterisirt er als einen *musculus semipennatus.*

An der Innenseite der Platte fand er einen Raum vor, den er in seltenen Fällen mit Blut gefüllt sah; er konnte ihn aber nicht von den Blutgefässen aus injiciren. In einigen Fällen, wo er den Raum injicirt fand, stiess er auch auf ein Extravasat in der vorderen Augenkammer.

H. MUELLER's †) Beschreibung der vorderen Muskelpartie ist eine genaue Bestätigung des von DONDERS gesagten: „In Betreff der vorderen Muskelpartie, des von BRUECKE sogenannten musculus Cramptonianus," sagt MUELLER, „habe ich der Beschreibung von DONDERS Nichts wesentliches hinzuzufügen."

Der einzige Unterschied zwischen H. MÜLLER und DONDERS besteht darin, dass Ersterer mehr nach hinten, von der eigentlichen Sklera, einen Zug von Muskelfasern entspringen lässt, die gleichfalls die Chorioidea erreichen.

Widersprechende Angaben von MANNHARDT §) welcher in die-

*) *Onderzoekingen.* Jaarg. VI, p. 56. Aanteeken. Sectie-Verg. Utr. Genootschap 1854. bl. 101.

†) *Arch. f. Ophthlm.* V. XIII, p. 424—446.

§) *Arch. f. Ophthlm.* V. III, . 43; V. IV, p. 269.

sem Punkte anderer Meinung war, wies H. MUELLER auf das Entschiedenste zurück.

In einer Arbeit von A. IWANOFF und A. ROLLET *) werden die Angaben MUELLERS bezüglich der zweifachen vorderen Anheftung des BRUECKE'schen tensor Chorioideae bestätigt.

Dies mögen wohl die hauptsächlichsten bibliographischen Daten über den Ciliarmuskel der Vögel sein.

Auf die Anregung des Herrn Prof. DONDERS hin unternahmen wir es, die Verhältnisse aufs Neue zu prüfen. Wesentliche Punkte wurden hiedurch der Beschreibung von DONDERS und H. MUELLER kaum hinzugefügt. Manches aber ist in den neueren Arbeiten vernachlässigt, oder selbst unrichtig aufgefasst. Insonderheit ist dies der Fall für die innere Skleraplatte: in der Arbeit von A. IWANOFF und A. ROLLET ist die einfache und zutreffende Beschreibung, die DONDERS von derselben gegeben hatte, nicht mehr wieder zu erkennen.

Hauptsächlich wurde von uns das Auge des Truthahnes untersucht. Auf die hier erhaltenen Thatsachen prüften wir jedoch auch den Adler, den Strauss, das Huhn, die Gans, die Ente und die Eule.

Fig. 1 ist die Darstellung der Ciliarregion des Truthahnauges. An der Peripherie setzt sich die Cornea (C) in zwei ungleich dicke Gewebsschichten fort, von denen die äussere (a. Sc. pl.), mächtigere, die eigentliche Sklera ist, in deren Gewebe weiter nach hinten der Knochenring (Knch) und die Knorpelplatte (Knp) eingebettet sind. Sie mag die *äussere Skleraplatte* heissen.

Die hinteren Schichten der Cornea sammt membr. Descemetii setzen sich in einen schmäleren Gewebszug fort, der als vordere Insertion des Ciliarmuskels dient (i. Sc pl.). Es ist dies die von DONDERS beschriebene *innere Skleraplatte*, welche ihm dieselbe Struktur wie die äussere Skleraplatte zu haben schien.

Nach vorne zu hangen beide Skleraplatten deutlich zusammen: nach hinten sind dieselben durch einen Spalt geschieden, der die quergestreiften Muskelfasern des Ciliarmuskels aufnimmt.

Man könnte sich also auch dahin ausdrücken, dass die Cornea sich in die Sklera fortsetzt, und dass von Letzterer nach dem

*) *Arch. f. Ophthlm.* V. XV, p. 55.

Bulbusinnern eine Zunge abgeschieden wird durch einen Spalt, der von hinten und innen nach vorne und aussen dringt.

Die äussere Skleraplatte ist vor Allem ausgezeichnet dadurch, dass der Knochenring (Knch) und die Knorpelplatte (Knp) in dieselbe eingebettet sind. Nach der Zeichnung zu urtheilen möchte es scheinen, als ob der Knochenring aus zwei übereinander gelagerten Platten bestände. Dem ist aber nicht so. Vielmehr ordnen sich eine gewisse Anzahl Knochenplättchen derartig, dass dieselben sich in dem Frontaldurchschnitte des Auges dachziegelförmig bedecken. Dies ist die Ursache, dass in successiven Durchschnitten der Knochenschnitt ein sehr wechselvolles Bild darstellt: bald ist nur eine Platte getroffen; bald zweie; im letzteren Falle kann die äussere oder die innere stärker entwickelt sein. Diese Zusammensetzung des Knochenringes ist die Regel bei allen kleineren Vögeln. Beim Strauss und bei den Raubvögeln ist der Knochenring ein einziges Knochenstück, und zwar geben zahlreiche und grosse Medullarräume demselben einen ausgesprochen spongiösen Character.

Die Knorpelplatte (Knp) gibt zu keinen besonderen Bemerkungen Anlass. Sie schiebt sich ein Stück weit bis unter den Knochenring vor.

Das eigentliche Sklerageweбe ist fibrilläres Bindgewebe, von zahlreichen feinen elastischen Fasern durchzogen. Die Bindegewebsbündel ordnen sich vor Allem der Skleraoberfläche parallel, obschon die Textur keine ganz parallelfasrige ist. Nach vorne, am Rande der Cornea, zeichnet sich das Sklerageфüge durch zwei Eigenthümlichkeiten aus: es ist der Sitz einer intensiven Pigmentirung, und wird durch zahlreiche quere Bindegewebsstränge durchzogen, die besonders bei Quellungsversuchen sich dadurch bemerklich machen, dass hier das Gewebe sich schwer in die Quere ausdehnt, also gleichsam eine Einschnürung zwischen Cornea und Sklera bildet.

Die innere Skleraplatte (i. Sc pl.). Man kann an derselben zwei wohl unterscheidbare Abtheilungen festhalten. In der vorderen Abtheilung, dort wo sie mit der äusseren Skleraplatte zusammenhängt, erleidet dieselbe eine ansehnliche Verdichtung; die hintere Abtheilung spitzt sich allmählich zu, um noch vor der Mitte des Knochenringes gänzlich aufzuhören (bei E. Sc. pl.).

An der Innenseite der inneren Skleraplatte befinden sich die Iris (I), die Ciliarfortsätze (pr. cil.), und weiter nach hinten die Chorioidea (Ch), alle drei von der Platte geschieden durch den Canalis Fontanae (C F), eine nach vorne etwas weite Spalte, die sich in ihrer beträchtlichen hinteren Ausdehnung zuspitzt, und von einem dichten Netz elastischer Fasern durchzogen ist. Durch dieses elastische Fasernetz ist eine Verbindung hergestellt zwischen innerer Skleraplatte (i. Sc. pl) einerseits, und Iris (I), Processus Ciliares (pr. cil.) und Chorioidea (Ch) andererseits.

Wie gesagt, ist die innere Skleraplatte die Fortsetzung der Descemetii und der hinteren Hornhautlagen.

Ueber die Art des Zusammenhanges der inneren Skleraplatte mit der Hornhaut erhält man Aufschluss, wenn man versucht, die innere Skleraplatte mit der Pincette abzuziehen: es folgen dann die hinteren Cornealamellen mit der membrana Descemetii, indem dieselben sich eher von der Hornhaut lösen als von der inneren Skleraplatte.

An der Peripherie der Hornhaut beginnt die membr. Descemetii (D) ein faseriges Aussehen zu bekommen, um sich schliesslich in eine Anzahl Fasern aufzulösen, von denen die einen direkt in das elastische Gewebe des Canalis Fontanae, die andern aber in die Masse der inneren Skleraplatte übergehen, und hier ein Maschenwerk elastischer Fasern bilden helfen (X). Gegen die äussere Wand des Canalis Fontanae zu condensiren sich die elastischen Fasern derart, dass dieser Theil der inneren Skleraplatte fast ausschlieslich aus elastischem Gewebe besteht, was sich übrigens durch die Undurchsichtigkeit des Querschnittes an dieser Stelle andeutet. — Der ganzen Ausdehnung der Platte entlang lösen sich elastische Fasern von deren inneren Lamellen und helfen das Gitterwerk des Canalis Fontanae constituiren, das schon vorne an der membr. Descemetii sich zu bilden angefangen hat.

Man möge uns nicht übel verstehen in Bezug auf die vordere Verdickung der inneren Skleraplatte. Der Vorsprung (X) an der inneren Seite befindet sich in dem abgezeichneten Präparate. Zum Theile mag derselbe auf Quellung beruhen, da bei Quellungsversuchen dieser Theil sich factisch stärker ausdehnt

als das umliegende Gewebe. An dem Querschnitte eines frischen Auges jedoch zeigt die blosse Lupenvergrösserung eine nicht unbedeutende analoge Verdickung an dieser Stelle. Es wäre aber kaum möglich den wirklichen Grad dieser Vorbuchtung im frischem Zustande genau abzuschätzen.

Also, dem vorderen Theile der inneren Skleraplatte wird ein eigenes Gepräge gegeben durch ein weitmaschiges Netz elastischer Fasern. Gegen den Ursprung des Muskelfasern hin ändert die Platte ihre Textur, und zwar so, dass dieselbe in der Höhe des Ciliarmuskels aus einer parallelfaserigen bindegewebigen Grundsubstanz, mit spärlich eingelagerten elastischen Fasern besteht.

Ueber die Anordung der Muskelfasern ist den Beschreibungen von DONDERS und H. MUELLER kaum etwas hinzuzufügen. Nur auf die Insertionen der Muskelelemente möchten wir etwas näher eingehen.

Von der Aussenfläche der inneren Skleraplatte entspringen die quergestreiften Muskelelemente. Die vordersten sind sehr kurz, die hinteren nach und nach länger. Die vorderen sind etwas steil von innen vorne nach hinten aussen gerichtet. Die hinteren neigen sich mehr und mehr in die Ebene der Sklera, um schliesslich ganz in derselben zu verlaufen, und der Krümmung des Knochenringes zu folgen. Die hintere Anheftung für einen grossen Theil derselben ist die äussere Skleraplatte, (*d*) da wo sie die Innenseite des Knochenringes bekleidet. Diejenigen Muskelfasern, die von der Spitze der inneren Skleraplatte entspringen, folgen der Krümmung des Knochenringes, und gehen sich in die Chorioidea (a) inseriren, noch etwas vor dem Anfange der Knorpelplatte.

Andererseits aber sicht man weiter nach hinten ein Bündel Muskelfasern von der äusseren Skleraplatte entspringen, sich den vorigen nach aussen anlagern, und gleichfalls in die Chorioidea übergehen. Das hintere Ende der Muskelfasern zieht sich noch eine Strecke weit unter der Knorpelplatte hin.

Die genauere Betrachtung der Muskelinsertionen zeigt nun Folgendes:

An ihrer Insertion in die innere Skleraplatte spitzen sich die Muskelfasern zu, das Sarkolemma verlängert sich in einen ein-

fachen Faden, der sich zwischen den parallelen Fasern der Platte verliert. Dasselbe ist der Fall für die Insertion an der äusseren Skleraplatte. An dieser Stelle nimmt das Skleragewebe ein eigenthümliches Gepräge an. Es ordnen sich nämlich die Fibrillen desselben mehr parallel, so dass an der Aussenseite des Muskels eine scharf begrenzte, parallelfaserige Lamelle (b) entsteht. Diese Lamelle beginnt allmälig am vorderen Ende des Muskels, verdickt sich immer mehr nach hinten, und an der Stelle, wo die letzten von der inneren Skleraplatte herkommenden Muskelfasern sich inseriren, bildet sie einen nach innen vorspringenden Buckel (y) der Sklera. Dieser Buckel besteht ausschliesslich aus dem parallelfasrigen, soeben beschriebenen Gewebe. Die letzten von der inneren Skleraplatte herkommenden Fasern senken sich in den vorderen Abhang dieses Buckels ein, während an dem hinteren Abhange die Fasern entspringen, die von der äusseren Skleraplatte zur Chorioidea gehen.

Hinter dem Buckel zieht sich das in Rede stehende Gewebe in einer dünneren Schichte weiter, um in das perichondrium an der Innenseite der Knorpelplatte überzugehen. Est ist dies der elastische Ring H. MUELLERS.

Wie gesagt, gleicht das fragliche Gewebe vollkommen dem Gewebe der inneren Skleraplatte. Man könnte sich bildlich dahin ausdrücken, dass der Muskel das Gewebe der inneren Skleraplatte nach und nach an seine äussere Fläche transportirt.

Ein identisches Gewebe befindet sich ferner an der Stelle wo die Muskelfasern sich die der Chorioidea (a) anheften.

An den drei verschiedenen Muskelinsertionen finden wir also ein gleich aussehendes Gewebe, dessen Analogie mit einer gewöhnlichen Muskelsehne nicht verkannt werden kann. In der That ist dasselbe auch nichts anders als die dreifache Sehne des Ciliarmuskels, und als solche von der höchsten Bedeutung, wenn es gilt Aufschluss zu geben über die Wirkungsweise des Muskels.

Mit dem Ciliarmuskel in der innigsten functionnellen Verbindung steht das elastische Gewebe des Canalis Fontanae. Seine anatomische Beschreibung ist deshalb auch nicht von derjenigen des Muskels zu trennen.

Es wäre vermessen zu behaupten, dies oder jenes sei die genaue Anordnung unseres elastischen Gewebes, weil es wohl

ummöglich ist, dasselbe in seiner naturgemässen Form zur Anschauung zu bringen. Dessgleichen wäre es gewagt, über die genaue Breite des Canalis Fontanae categorische Angaben zu machen. Das in Fig. 1 dargestellte Verhalten hat sich uns aber bei dem Truthahne durch sein häufiges Vorkommen aufgedrängt.

Nach vorne ist der Canal erweitert (C F), so dass er auf dem Durchschnitte einem Dreiecke ähnelt. In seiner hinteren Ausdehnung ist derselbe ziemlich schmal, dehnt sich aber bis zu der Stelle aus, wo die Muskelfasern sich in die Chorioidea inseriren. Er geht also über die innere Skleraplatte weit hinaus, und in einer gewissen Ausdehnung besteht seine äussere Wand aus Muskelfasern, nämlich von dort aus, wo die Spitze der inneren Skleraplatte endigt (hinter E scl. pl.), bis zum hinteren Ende des Canales.

Der gewebliche Inhalt des Canales, nämlich das elastische Gewebe, stellt in seiner Gesammtheit ein Netzwerk dar, nach vorne mit weiten Maschen, nach hinten mit kleinen Maschen. Die vorderen elastischen Fasern entspringen von der membr. Descemetii. Der ganzen inneren Skleraplatte entlang aber lösen sich von deren inneren Seite elastische Fasern, die in das angedeutete Netz übergehen. Nach dem Bulbusinneren zu hängen die elastischen Fasern zusammen mit der Iris, den processus ciliares und der Chorioidea. Bemerkenswerth vor Allem ist die grosse Strecke der Irisperipherie auf die sich die elastischen Fasern anheften.

Man hat viel über die Maschen des elastischen Gewebes discutirt, und besonders wurde die Frage ventilirt, ob Flüssigkeit in dasselbe eindringen könne.

Für den vorderen, erweiterten Theil des Canalis Fontanae muss allerdings zugegeben werden, dass Flüssigkeit von der vorderen Augenkammer aus in das elastische Gewebe eindringen kann; allein für den grösseren, hinteren Theil des Spaltes ist dies kaum anzunehmen Hier macht das elastische Gewebe den Eindruck eines soliden compakten Gewebes, das eher einer continuirlichen elastischen Platte als einem elastischen Netzwerke ähnlich ist.

In Bezug auf das elastische Gewebe stiessen wir beim Strauss auf einige interessante Punkte, die uns Fig. 2 veranschaulichen

soll. Dieselbe Fig. gibt uns auch ein getreues und bemerkenswerthes Bild der Irismuskulatur beim Strauss. In dem abgebildeten Präparate kommt von der membr. Descemetii ein stärkerer und derberer Strang elastischer Fasern her, der nach und nach isolirte Fasern nach innen abgibt, die sich an die Iris, processus ciliares und Chorioidea anheften. Die Fig. 2 gibt ein Bild wie es sich darstellt, wenn Iris und processus ciliares etwas von der Sklera abgezogen sind. Merkwürdigerweise ist derselbe immer am solidesten gegenüber den processus ciliares angeheftet: an dieser Stelle giebt er die zahlreichsten und solidesten Aeste nach dem Bulbusinnern ab. Nach der Iris giebt er wenigere und dünnere Zweige. — Seine Verbindung mit der inneren Skleraplatte ist durch dünnere elastische Fasern hergestellt.

Die in Fig. 2 dargestellte Anordnung des elastischen Gewebes gewinnt an Bedeutung, wenn sie im Zusammenhange mit der Irismuskulatur betrachtet wird, die in derselben Fig. möglichst naturgetreu reproducirt ist.

H. MUELLER hat die Frage nach der Existenz eines dilatator iridis endgültig beantwortet; dessgleichen hat er auch genaue Angaben gemacht über die Anordnung des sphincter Iridis.

Gegen die Vorderfläche der Iris hin (Fig. 2) sieht man eine starke Entwickelung von circulären, quer durchschnittenen Muskelfasern. Vereinzelte derselben finden sich auch in den hinteren Irisschichten vor. An zwei Stellen häufen sich die circulären Muskelelemente zu stärkeren Bündeln, und diesen Bündeln entsprechend springt auch die Irisoberfläche in einen Buckel in die vordere Augenkammer vor. An der äussersten Irisgrenze befindet sich constant ein solcher Buckel, der sogar der mächtigsten Muskelanhäufung der ganzen Iris entspricht. Einzelne dieser circulären Muskelfasern gehen bis an die processus ciliares heran.

Weiter nach innen befindet sich eine etwas kleinere Muskelanhäufung, die variabler in ihrem Aussehen ist, und sogar in zwei Theile getheilt sein kann. Spärlichere circuläre Fasern erstrecken sich bis zum Pupillarrande der iris.

In den hinteren Schichten der Iris befinden sich radiäre Muskelfasern: dilatator iridis. Sie sind spärlicher als diejenigen des Sphincter. Einige verlaufen bis in die vorderen Iris-

schichten, um hier in die circuläre Richtung umzubiegen. Sie erstrecken sich übrigens vom Pupillarrande bis in die Anfänge der processus ciliares.

Bemerkenswerth ist hier die Anheftung des elastischen Gewebes an der Iris. Man überzeugt sich, dass diese Anheftung gegenüber dem äusseren, stärkeren circulären Muskelbündel stattfindet, und nicht über diese Grenze nach der Pupille hinausgeht.

Denkt man sich die Irismuskulatur in Activität, so wird die Iris-peripherie nach Innen gezogen, und das elastische Gewebe gedehnt, etwa wie die Sehne eines Bogens; beim Nachlassen der Muskelcontraction wird das gedehnte elastische Gewebe seine Gleichgewichtslage wieder einnehmen, dabei aber die iris zurückziehen. Zieht man andererseits in Betracht, dass Processus ciliares und iris als ein Ganzes betrachtet werden müssen, so wird einleuchten, dass processus ciliares und iris durch den sphincter iridis nach innen gezogen; dabei dehnen sie den derben elastischen Strang der von der membr. Descemetii herkommt, werden aber, bei Nachlass der Muskelcontraction, eben durch das elastische Gewebe wieder zurückgezogen. — Ein artiges Experiment spricht für die Richtigkeit dieser Anschauungsweise: schneidet man nämlich an einem bulbus einen Sectoren aus der Ciliargegend, der in Fig. 1 auf dem Querschnitte gezeichnet ist, und zieht man unter der Loupe die Iris etwas ab, so sieht man den vorderen Theil des elastischen Gewebes sich in sehr ausgiebigem Maasse dehnen und beim Nachlassen des Zuges *fühlt* und sieht man dasselbe förmlich zurückschnellen, wie eine eminent elastische Membran es nicht anders thun könnte. Auf diese Weise überzeugt man sich leicht von dem Grade der Elastizität unseres Gewebes. — Die ganze Anordnung in Fig. 2 spricht übrigens für ein solches Spiel zwischen contractilen und elastischen Kräften.

Ehe wir weiter gehen, erübrigt es uns noch zu sehen, in wie weit man Einsicht in die Wirkungsweise des musculus ciliaris erlangen kann. Auch hier werden wir das elastische Gewebe des canalis Fontanae eine hervorragende Rolle spielen sehen.

Kommen wir zu diesem Zwecke auf unsere Fig. 1 zurück.

Es mag vielleicht eigenthümlich scheinen, wenn wir daran erinneren, dass die Zugkraft eines Muskels in der Faserrichtung seiner Sehne sich äussert. Allein eben wegen der Selbstverständlichkeit dieses Satzes werden die Consequenzen, zu denen er leitet, ein um so höheres Gewicht haben.

Nach dem Obengesagtem sind wir gezwungen, die innere Skleraplatte als vordere Sehne der grösseren Muskelmasse anzusehen. Für die Fasern die von der inneren Skleraplatte zur äusseren Skleraplatte gehen, haben wir ferner eine characterisirte hintere Sehne kennen gelernt in dem Streifen parallelfaserigen Gewebes (b), das an der Aussenfläche des Muskels liegt, und an der Stelle seiner höchsten Entwickelung den Buckel (y) ausmacht Derselbe Buckel bildet die vordere Sehne für die Fasern, die von der äusseren Skleraplatte nach der chorioidea ziehen. Das gleich aussehende Gewebe in der chorioidea endlich gibt wiederum eine dritte, hintere Sehne unseres Ciliarmuskels ab. — Die Schwierigkeit beginnt nur da, wo es heisst einen festen Punkt für die Muskelwirkung aufzufinden.

Berücksichtigt man die Anordnung dieser verschiedenen Sehnen im Ganzen, so sieht man dass die Faserrichtung derselben eine einheitliche ist, und zwar dass dieselbe auffallender Weise der inneren Sklerafläche parallel geht. — Unserem oben hingestellten Satze gemäss hat die Richtung der Muskelfasern weniger Bedeutung für das schliessliche Resultat der Muskelwirkung. Es lässt sich zwar voraussagen, dass dieselbe in den Grenzen des möglichen der Zugrichtung parallel sei; immerhin aber ist an die Möglichkeit zu denken, dass durch gewisse mechanische Einrichtungen die Zugrichtung der Längsachse der Muskelelemente nicht parallel sei.

Für einen Theil des Muskels ständen nun die anatomischen Thatsachen im schönsten Einklange mit dem physiologischen Experimente, nämlich für den BRÜCKE'schen *tensor chorioideae*.

Derselbe kommt von zwei vorderen Ursprüngen her, und inserirt sich in die chorioidea. — Aus den Versuchen von HENSEN und VÖLKERS *) entnehmen wir mit Sicherheit, dass durch die Muskelwirkung die chorioidea von hinten nach vorne ge-

*) VÖLKERS u. HENSEN, *Experimentaluntersuchungen* etc. Kiel, 1868.

zogen wird. Mithin wäre auch der feste Punkt für die Muskelwirkung nach vorne zu suchen: nämlich in der inneren Skleraplatte und in dem Buckel (y) der äusseren Skleraplatte.

Die innere Skleraplatte, ein resistenter, bindegewebiger Gewebsstrang, gibt also einen festen Punkt ab für die Fasern, die von deren Spitze zur chorioidea gehen Mittelbar wird die Zugkraft dieser Muskelfasern durch die innere Skleraplatte bis auf die Peripherie der Hornhaut übertragen.

Andere Muskelfasern gehen von dem Buckel (y) der äusseren Skleraplatte zur chorioidea. Soweit unsere anatomischen Kenntnisse reichen, spricht alles dafür, diesen Buckel als festen Punkt für diese zweite Art von Fasern anzusehen.

Es wären also die Verhältnisse klar für eine Hälfte des Muskels. Nun erhebt sich aber die Schwierigkeit, in die Wirkungsweise des eigentlichen musculus Cramptonianus Einsicht zu erlangen. — Gibt man zu, dass der Buckel der äusseren Skleraplatte einen festen Punkt abgibt für die Fasern die von demselben zur chorioidea gehen, so muss man dies auch zugeben für die Fasern, die sich zwischen innerer Skleraplatte und diesem Buckel ausdehnen; und dies zugestanden, wird man nicht umhin können, die ganze Anheftung an der äusseren Skleraplatte als festen Punkt anzunehmen. Dann aber ist wenig Aussicht vorhanden eine Einsicht in die Wirkung des Musculus Cramptonianus überhaupt zu erhalten. Nach vorne nämlich geht dessen Zugkraft, der Längerichtung der Sklera parallel, in gerader Richtung auf die Hornhautperipherie zu. Die innere Skleraplatte aber muss als nicht oder doch kaum dehnbar betrachtet werden, und bis jetzt spricht keine physiologische Thatsache dafür, dass die Muskelkraft auf die cornea wirke.

Wir müssen gestehen, dass wir die Dunkelheit, die über der Wirkungsweise des musculus Cramptonianus liegt, nicht zu lüften vermögen. Ueber die Zugrichtung desselben glauben wir jedoch nähere Auskunft gegeben zu haben dadurch, dass wir näher auf dessen vordere und hintere Insertion eingingen. — Es wäre jegliches Dunkel geklärt, wenn wir dem parallelfasrigen Sklerastratum an der Aussenfläche des Muskels eine gewisse Beweglichkeit und Verschiebbarkeit zuerkennen könnten: sind die Lamellen dieses Stratums an der eigentlichen sklera

verschiebbar, so haben wir in denselben eine sehnige Unterbrechung des Muskels, der als digastricus aufzufassen wäre. Wirklich hat auch H. MUELLER an eine solche Möglichkeit gedacht, und MANNHARDT hat dies geradezu ausgesprochen und wiederholt vertheidigt. Leider aber liegen bis jetzt keine anatomischen Thatsachen vor, die für eine solche Anschauung sprächen. Man könnte allenfalls folgende Beobachtung in dieser Richtung deuten:

Versucht man es, die Muskelfasern in ihrer Gesammtheit von der eigentlichen Sklera abzuziehen, so geschieht es öfters, dass im Zusammenhange mit denselben das parallelfasrige Stratum in seiner Gesammtheit sich ablöst.

Alles mit Allem genommen, steht also nur das fest, dass unser Muskel die Chorioidea nach vorne zieht; der feste Punkt bei dieser Muskelwirkung liegt in der inneren Skleraplatte, und weiterhin in den hinteren Cornealamellen.

Es mag dahingestellt bleiben, ob bei dieser Wirkung nur der hintere Theil des Muskels in Thätigkeit ist, oder aber der ganze Muskel, der alsdann als digastricus aufzufassen wäre.

Man hat mehrmals die Vermuthung ausgesprochen, dass der vordere Theil des Muskels nach dem Inneren des Bulbus wirke, die innere Skleraplatte nach aussen ziehe, das lumen des canalis Fontanae vergrössere, oder selbst die Ciliarfortsätze und iris nach aussen ziehe.

Diese Wirkungsweise muss entschieden fallen gelassen werden, und zwar aus folgenden Gründen:

1°). Wie wir gesehen haben, ist die Zugkraft des Muskels von vorne nach hinten, nicht von innen nach aussen gerichtet. Es erhellt dies schon genugsam aus Fig. 1, ist aber in prägnanter Weise ausgedrückt in Fig. 2, eine gewisse Stelle des Straussauges darstellend. An dieser Stelle war der Muskel und die innere Skleraplatte wenig entwickelt; man sieht deutlich, dass die Zugrichtung in gerader Richtung auf die Corneaperipherie hingeht.

2°). Damit die innere Skleraplatte nach aussen rücke, müsste das Volumen des Muskels verkleinert werden, was doch nicht der Fall ist.

3°). Sollte durch das elastische Gewebe des canalis Fontanae ein Zug auf Iris und corpus ciliare ausgeübt werden, dann käme

man zu der sehr wenig plausiblen Erklärung, dass das elastische Gewebe eine wirkliche Sehne sei: bekanntlich eignet sich rein elastisches Gewebe kaum zu einer Kraftübertragung.

Im Zusammenhange mit der Muskelwirkung müssen wir jetzt eine Bedeutung des canalis Fontanae betrachten, die bisher noch gar nicht ins Auge gefasst wurde, aber sich doch sicher aus den anatomischen Thatsachen ergibt, und von hohem Gewichte bei der Muskelwirkung sein muss.

Wir können füglich annehmen, dass das elastische Gewebe in den Intervallen der Muskelwirkung eine bestimmte Gleichgewichtslage einnimmt, in welcher die einzelnen Fasern gar nicht gespannt oder gedehnt sind. Ein Blick auf die Fig. 1 überzeugt gleich, dass in dem hinteren engeren Theile des Fontanschen Raumes das elastische Gewebe mit einer elastischen Platte identifizirt werden kann, welche Platte die Sklera mit der Chorioidea und Corpus Ciliare verbindet. Aus den oben citirten Untersuchungen von HENSEN und VÖLCKERS haben wir nun entnommen, dass bei Accommodationsanstrengung die Chorioidea nach vorne gezogen wird. Und wirklich, die anatomischen Verhältnisse erklären vollkommen dieses Factum. Es verschiebt sich also in Folge der Muskelwirkung die chorioidea (und das corpus ciliare?) nach vorne, der Sklera entlang. Man sieht ein, dass durch diese Verschiebung die Gleichgewichtslage des elastischen Gewebes gestört ist, denn die innere Skleraplatte bleibt fix, während die chorioidea an derselben verschoben wird. Beim Nachlassen der Muskelwirkung schnellt das elastische Gewebe in seine frühere Lage zurück und drängt dabei die chorioidea wieder an ihre frühere Stelle.

Also auch hier, beim musculus ciliaris, gleichwie bei der Iris-musculatur, finden wir ein merkwürdiges Spiel von Antagonismus zwischen Muskulatur und elastichem Gewebe: die Muskelcontraction schafft sich selbst Widerstände, die deren Wirkung aufzuheben trachten, und auch wirklich aufheben.

Man hat die Bedeutung des elastischen Gewebes im Canalis Fontanae, sowie die Wirkungsweise des Muskels, noch von anderen Gesichtspunkten aus zu erklären gesucht. H. MUELLER besonders hat alle Möglichkeiten, die hier in Betracht kommen, eingehend discutirt.

So sollte durch die Contraction des Crampton'schen Muskels die innere Skleraplatte nach hinten und nach aussen gezogen werden. Gegen die Zugrichtung nach aussen haben wir oben unsere Einwendungen gemacht. Dass die innere Skleraplatte nach hinten gezogen werde, ist möglich; jedenfalls haben wir für diese Annahme keinen zwingenden anatomischen Grund.

Ferner sollte dieser Zug von innen nach aussen durch das elastische Gewebe im Canalis Fontanae auf Iris und Corpus Ciliare sich fortpflanzen, und beide nach aussen ziehen.

Gegen den Zug von innen nach aussem spricht erstens, so wie wir oben gesehen, die anatomische Anordnung des vorderen Muskeltheiles. Ein Blick auf Fig. 1, und noch besser auf Fig. 2 wird überzeugen, dass der Zug einfach von vorne nach hinten geht. Ferner eignet das elastische Gewebe sich sehr schlecht zur Uebertragung von einer Kraft, und würde eine schlechte Sehne abgeben, falls der Muskel auf Iris und Corpus ciliare wirken sollte.

Wir haben schon oben unsere Ansicht darüber geäussert, in wieweit der canalis Fontanae Flüssigkeit aus der vorderen Kammer aufnehmen könne. Im günstigsten Falle dürfte dies nur in dem vorderen erweiterten Theile des Canales stattfinden.

Man hat sich auch bemüht, im Vogelauge ein Analogon des Canalis Schlemmii zu entdecken, und auf diesen den Muskelzug wirken zu lassen. Thatsächliches hat sich hierüber Folgendes ergeben.

Die unmittelbare Umgebung der vorderen Muskelpartie ist sehr reich an Blutgefässen, die man durch Injection von der Aorta aus füllen kann. In der Regel zeigt ein einziges Präparat mehrere Gefässlumina an dieser Stelle, jedoch in sehr verschiedener Anordnung. Bald findet man deren viele, bald wenige; manchmal fehlen dieselben ganz. In Fig. 1 z. B sind nur zwei kleine Gefässe (g) getroffen, während in dem Präparate von Fig. 2 drei grössere Stämme existiren. Die Möglichkeit lässt sich nicht läugnen, dass der Muskel einen Zug oder eine Compression auf diese Gefässe ausüben kann, und so von Bedeutung wäre für die Druckverhältnisse im Bulbus. Allein auf welche Weise dies geschehe, darauf muss man noch die Antwort schuldig bleiben.

In der bisherigen Beschreibung haben wir fast ausschlieslich

den Ciliarmuskel des Truthahnes im Auge gehabt. Es schien derselbe geeignet, einen Typus herzugeben, auf den man sich vor Allem beziehen könnte, wenn es gilt, aus den anatomischen Thatsachen physiologische Schlüsse zu ziehen.

Es wurden von uns ferner auf den Ciliarmuskel untersucht der Strauss, das Huhn, die Gans, die Ente, die Eule und der Adler. Das Adlerauge drängte sich schon desshalb auf, weil IWANOFF und ROLLET von demselben abweichende Angaben gemacht hatten bezüglich der inneren Skleraplatte. Der Ciliarmuskel des Auges von der grosssn Seeschildkröte, den wir auch untersuchten, unterscheidet sich nicht mehr von dem Truthahntypus als der vom Strausse.

Wie schon alle früheren Beobachter angegeben hatten, findet man bei den verschiedenen Vögeln keine Unterschiede von principieller Bedeutung.

Einer der auffallendsten Unterschiede besteht darin, dass bei grösseren Vögeln, Strauss, Adler etc. der Knochenring aus einer einzigen circulären Knochenlamelle besteht, der von einem sehr ausgebildeten Lückenwerke von Medullarräumen durchbrochen ist. Alle kleineren Vögel gehören in Bezug auf Knochenring zum Truthahntypus.

Was den Ciliarmuskel selbst anbelangt, so findet man Unterschiede von ganz untergeordneter Bedeutung. Die eine oder die andere Portion des eigentlichen tensor chorioideae kann überwiegen. So z. B. ist die äussere Portion, die von der äusseren Skleraplatte zur chorioidea geht, äusserst schwach beim Adler, stärker beim Truthahn und beim Huhn. Die Eule ist ausgezeichnet durch eine colossale Entwickelung des eigentlichen musculus Cramptonianus. Ein fernerer Unterschied besteht darin, dass bei Raubvögeln der Muskel in zwei getheilt ist durch eine bindegewebige Lücke, die den eigentlichen musculus Cramptonianus von dem Tensor Chorioideae trennt. Zu bemerken ist aber an dieser Stelle, dass es nicht gleichgültig ist, ob man einen Durchschnitt der Schläfen- oder Nasenseite vor sich hat. An letzterer ist die Ciliargegend bedeutend kürzer als an der Schläfenseite (3—4 : 5), und demgemäss die einzelnen Muskelportionen sehr nahe an einander gedrängt.

Eine besondere Aufmerksamkeit wendeten wir den zwei An-

heftungsstellen in den zwei Skleraplatten zu. Was die innere Skleraplatte anbelangt, so fanden wir dieselbe in der beschriebenen Form und Anordnung bei allen Species wieder. In Fig. 3, nach einem Präparate vom Strauss gezeichnet, ist dieselbe weniger entwickelt, aber aus dem Grunde, weil an diesem Durchschnitte der Musculus Cramptonianus nicht sehr ausgeprägt war. Man bemerkt nämlich, dass die innere Skleraplatte in ihrer Entwickelung so ziemlich mit dem genannten Muskel Schritt hält.

Das Präparat von Fig. 2 geben wir übrigens in der Zeichnung wieder in der Absicht, die Richtung darzuthun, in welcher die Contraction des Crampton'schen Muskels sich geltend machen muss: man sieht, dass diese Wirkung nichts weniger als auf corpus ciliare und iris gerichtet ist.

Die nach innen vorspringende Verdickung (X) am Ursprunge der inneren Skleraplatte finden wir überall andeutungweise wieder, nirgends aber so ausgesprochen wie beim Truthahn. Ueberall zeigte die innere Skleraplatte an dieser Stelle die oben beschriebene, eigenthümliche Struktur.

Man findet Unterschiede bei den verschiedenen Species in Bezug auf die Schichte parallelfasrigen Gewebes an der Aussenseite des Muskels. Beim Truthahn haben wir gesehen dass dieselbe sich nach hinten zu allmählich verdickt, und zuletzt an der Stelle ihrer stärksten Entwickelung den Buckel (y) ausmacht. Beim Strauss fehlt der Buckel vollständig, obschon die Schichte selbst sehr ausgeprägt und scharf abgegränzt ist. Dieses Fehlen des Buckels erklärt sich daraus dass die Anheftung der Muskelfasern an die äussere Skleraplatte über eine grössere Strecke verbreitet ist, indem der hintere Theil des Muskels relativ mehr in die Länge angezogen ist. Beim Truthahn sind die Muskelfasern mehr zusammengedrängt, und darum auch die Sehne stärker entwickelt, so dass sie sich zu einem Buckel vorbaucht.

Es existiren ferner morphologische Unterschiede in Bezug auf das elastische Gewebe des Fontana'schen Kanales. Die Schwierigkeit einer gehörigen Untersuchung dieses Punktes bringt es mit sich, das wir uns auf die Verhältnisse beim Truthahn und beim Strauss beschränken müssen. Oben wurde das elastische Gewebe des Truthahnes ausführlicher beschrieben. Wir characterisirten dasselbe in seinem vorderen Theile als weitmaschige

Netz, während in dem engeren, spaltformigen Theile des Canales eine Art Platte elastischen Gewebes vorhanden zu sein schien. An derselben Stelle sprachen wir auch von dem elastischen Gewebe vom Strauss (Fig. 2). Wir sprachen von dem starken Zuge, der von der membr. Descemetii herkommt und sich hauptsächlich an die processus ciliares anheftet. Offenbar haben wir es hier mit dem Gebilde zu thun, das IWANOFF und ROLLET als „ Balken f'' beschrieben und abgebildet haben. Ob im frischen Zustande ein solcher Balken zugegen ist, bleibt zweifelhaft. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass der Balken aus einem Netze elastischer Fasern besteht, das sich durch die Präparation derartig zusammengeballt hat.

Wir fanden ferner dass beim Strauss das elastische Gewebe im hinteren, engeren Theile des Fontana'schen Kanales sich nicht als eine elastische Platte darstellt, sondern dass es vielmehr ein langmaschiges Netz bildet, indem sehr lange, anastomosirende elastische Fasern von der Chorioidea zur inneren Skleraplatte, und vice versa, hinziehen. Dieses verschiedene Aussehen aber ändert in keinem Punkte unsere oben gegebenen, physiologischen Deductionen: ein elastischen Netz hat so gut wie eine elastische Platte eine bestimmte Gleichgewichtslage seiner elastischen Kräfte, die es wieder einzunehmen trachtet, wenn es aus derselben (durch Muskelcontraction) herausgebracht wurde.

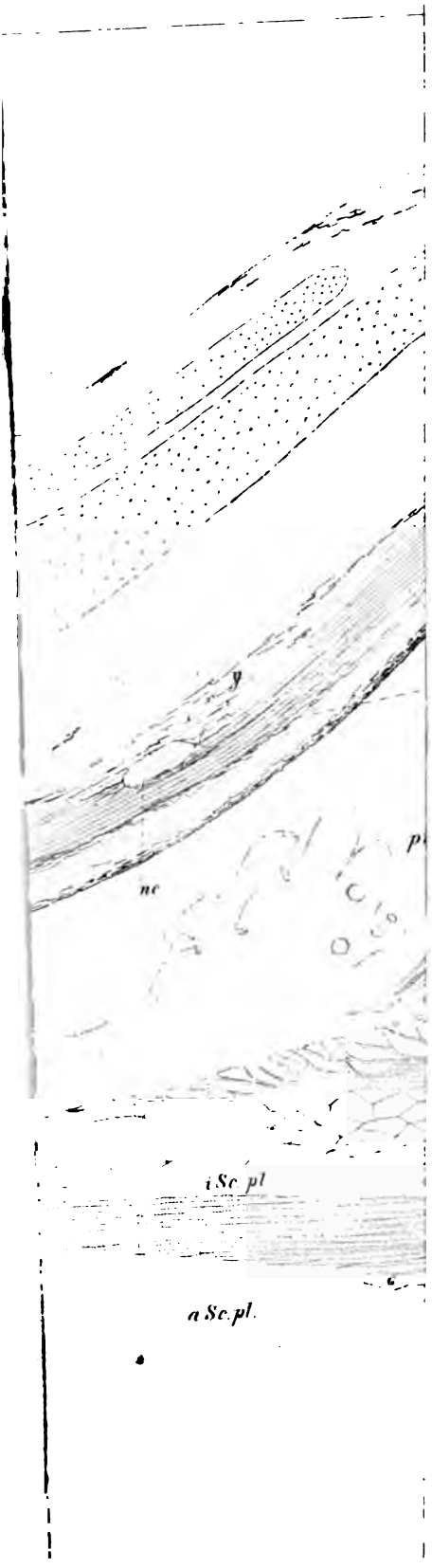
Was die Irismusculatur anbelangt, so beschränken wir uns auf das oben über die Strauss-Iris Fig. 2 Gesagte. Unsere Untersuchungen führten uns nicht über den Standpunkt H. MUELLER's hinaus.

Noch einige Worte über die von uns angewandten Präparationsmethoden. Einestheils wurden die Augen in MUELLER'scher Flüssigkeit erhärtet, dann in Paraffin eingebettet und zerlegt. Anderentheils wurde ein Sector aus der Ciliargegend des frischen Auges auf Schusterspan befestigt, dann bis zum gehörigen Grade getrocknet, und schliesslich zerlegt. Es könnte a priori scheinen, dass erstere Methode vor der letzteren viel voraus hat. Wir können jedoch versichern dass das Austrocknen frischer Augen eben so gute Präparate liefert als die Einbettungsmethode. Letztere hat übrigens den Nachtheil, viel umständlicher zu sein.

# ERKLÄRUNG DER TAFEL.

In Fig. 1 u. 2 sind dieselben Gegenstände durch dieselben Buchstaben bezeichnet.

| | |
|---|---|
| C. | Cornea. |
| E. | Hornhautepithel, sich auf die Conjunctiva fortsetzend. |
| D. | Membrana Descemetii. |
| a. Sc. pl. | Aeussere Skleraplatte. |
| i. Sc. pl. | Innere Skleraplatte. |
| Knch. | Knochenring. |
| Knp. | Knorpelplatte. |
| I. | Iris. |
| pr. c. | Processus Ciliares. |
| Ch. | Chorioidea. |
| X. | Verdickung der inneren Skleraplatte, ausgezeichnet durch ein Netz elastischer Fasern. |
| C. F. | Canalis Fontanae, nach hinten sich verengernd, durchzogen von einem Netze elastischer Fasern. |
| n c. | Nervenquerschnitte. |
| g und G. | Gefässquerschnitte in der Umgebung der vorderen Muskelpartie. |
| b. | Stratum parallelfasrigen Gewebes, das sich nach hinten allmählich verdickt, und in |
| y | einen nach innen vorspringenden Buckel der Sklera bildet. |
| E. Sc. pl. | Hinteres Ende der inneren Skleraplatte. |
| a. | Insertion der Muskelfasern in die Chorioidea. |


y
nc
i Sc. pl
a Sc. pl.

OVER EEN

# UNIVERSEELEN METEOROGRAAF.

VOOR

## SOLITAIR OBSERVATORIËN.

DOOR

**E. H. VON BAUMHAUER.**

De Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen schreef in 1870 de twee volgende prijsvragen uit, ter beantwoording vóór 1 Januari 1872:

„De Maatschappij looft hare gouden medaille en daarenboven een premie van drie honderd gulden uit voor het vinden van een voldoend middel om door vliegers of door bevestigde luchtballons (ballons captifs) meteorologische werktuigen tot een aanmerkelijke hoogte in den dampkring op te voeren, en ten minste 24 uren aldaar te doen verblijven", en

„De Maatschappij looft hare gouden medaille uit voor de aanbieding van een zelf-registreerend meteorologisch werktuig, hetzij thermometer, barometer of hygrometer, geschikt om aan een vlieger of luchtballon gehecht, ten minste gedurende 24 uren voldoende aanwijzing te leveren over den toestand van den dampkring op groote hoogten."

Dewijl op deze vragen op den bepaalden termijn geen antwoorden waren ingekomen, herhaalde de maatschappij in 1872 dezelfde vragen, nu met eene gewijzigde redactie tot ééne samengesmolten:

„De Maatschappij looft hare gouden medaille en daarenboven een premie van drie honderd gulden uit voor het vinden van

een voldoend middel om temperatuur, vochtigheidstoestand en dichtheid der dampkringslucht op aanmerkelijke hoogte boven het oppervlak der aarde te bepalen op een wijze, die zelf-registratie of gedurige herhaling der waarnemingen mogelijk maakt."

De Hollandsche Maatschappij bewees daardoor dat zij er groote waarde aan hecht, dat de meteorologie verrijkt worde met zelf-registreerende instrumenten, thermometers, barometers en hygrometers, die de temperatuur, dichtheid en vochtigheids-toestand der dampkringslucht kunnen aangeven op aanmerkelijke hoogte boven het oppervlak der aarde, als ook op plaatsen, die niet voortdurend voor den mensch genaakbaar zijn. De Maatschappij toonde daardoor de overtuiging van velen te deelen, dat de meteorologie, zoo als die tot nu toe nog beoefend wordt niet voldoet aan de eischen, die men met de hulpmiddelen, waarover de wetenschap tegenwoordig beschikken kan, van haar mag vorderen.

De waarneming toch vooral van de temperatuur en van den vochtigheidstoestand der lucht, niet alleen aan de oppervlakte der aarde, maar daarenboven van luchtruimten in of bij steden, omgeven door gebouwen, en onder den invloed staande van schoorsteenen en allerlei andere verwarmingsbronnen, is weinig geschikt om ons ware gegevens te verschaffen over den toestand der lucht en de veranderingen welke zij op de verschillende tijden van den dag en van het jaar door verschillende natuurlijke invloeden ondergaat. Daarenboven weten wij weinig of niets van de luchtstroomen, die op eenigszins aanmerkelijke hoogten boven de oppervlakte der aarde soms in tegengestelde richting der lagere luchtstroomen zich bewegen. Van daar de vele voorstellen tot stichting van meteorologische observatoriën op hooge bergen (b. v. het bij Bern door den meteoroloog Wild opgerichte), of op in zee uitstekende rotsen of kapen. Vandaar ook de pogingen in den lateren tijd, voornamelijk in Frankrijk gedaan, om luchtreizen per ballon te organiseeren, vooral met het doel om daarbij meteorologische waarnemingen te verrichten.

De zwarigheid ligt hierbij echter daaraan dat die waarnemingen door menschen en wel door ten minste eenigszins wetenschappelijk ontwikkelde menschen moeten worden gedaan. De

omstandigheden nu, waaronder die waarnemingen moeten geschieden, zijn meestal alles behalve aanlokkelijk; een winter doorgebracht in een observatorium, gebouwd b. v. boven of half wege op den Montblanc, hetwelk men ten minste voor acht of tien maanden van levensbehoeften en brandstof heeft moeten voorzien, en waar men het vooruitzicht heeft van, gedurende die vele maanden, geheel afgescheiden van de buitenwereld en aan allerlei ongemakken en ontberingen blootgesteld te moeten blijven, is waarlijk geen benijdenswaardig lot. De ondervinding verder door GAY-LUSSAC, BARRAL, BIXIO, GLAISHER, SIVEL, CROCÉ-SPINELLI en zoo vele anderen op hunne luchtreizen opgedaan, geeft niet het vooruitzicht dat vele mannen der wetenschap gevonden zullen worden, die ter liefde der meteorologie zich tot zulke ondernemingen zullen laten vinden; daargelaten toch het gevaar, hetwelk aan zulke tochten steeds verbonden blijft, is men genoodzaakt geworden een sterk zuurstofhoudende lucht mede te nemen, dewijl de waarnemers op een aanmerkelijke hoogte gekomen, door gebrek aan voor de ademhaling geschikte lucht, in zwijm vielen; de aanzienlijke koude van 20° à 30° C. onder het vriespunt maakt daarenboven het doen van waarnemingen bijna onmogelijk.

Heel wat aangenamer en minder kostbaar zoude het zijn, indien een middel te vinden was, om op die slechts van tijd tot tijd genaakbare plaatsen meteorologische observatoriën op te richten, die wij kortheidshalve met den naam van *solitair observatoriën* zullen bestempelen om daardoor hun eenzaamheid aan te geven, wier instrumenten zoodanig zijn vervaardigd, dat zij slechts van tijd tot tijd, zelfs slechts éénmaal per jaar het bezoek van een persoon behoeven, en overigens in den tusschentijd hunne aanwijzingen voortdurend en geregeld naar een in een meer bewoonbare streek gevestigd hoofd-observatorium overseinen. Eveneens als men aan een ballon captif een weinig volumineus en licht solitair observatorium kon bevestigen, wiens instrumenten hunne aanwijzingen naar beneden seinden.

Naar mijne overtuiging behoort dit vraagstuk, waaraan reeds door meerderen met meer of minder gelukkig gevolg is gewerkt, niet tot de onoplosbare, maar al wat men tot nu toe heeft voorgesteld is, naar mijne meening, te zeer samengesteld, en

dien ten gevolge zoowel te veel blootgesteld aan het in ongereede raken, als ook te kostbaar, weshalve weinige dezer inrichtingen een meer algemeene toepassing hebben verkregen. Wie, die de Parijsche tentoonstelling van 1867 heeft bezocht, herinnert zich niet den grooten monumentalen meteorograaf door Pater SECCHI ten toon gesteld, voor welke inzending aan dien geleerde de jury de hoogste onderscheiding toewees; deze inrichting leed echter aan twee groote gebreken, dat zij te kolossaal was, maar vooral dat haar prijs frs. 18000 bedroeg, een som, waarover weinig geleerden, zelfs weinig wetenschappelijke inrichtingen beschikken kunnen.

Reeds een jaar geleden was ik tot een, naar het mij voorkomt, hoogst eenvoudige oplossing der door de Hollandsche Maatschappij gestelde vraag gekomen, die ik als antwoord bij die Maatschappij had willen inzenden. De omstandigheid echter dat vóór het verstrijken van den termijn van inzending (Januari 1874) een in de Italiaansche taal geschreven antwoord op die prijsvraag bij de Maatschappij werd ingezonden, maakte het mij, als Secretaris dier Maatschappij, onmogelijk als mededinger op te treden. Nu echter de Maatschappij in hare Algemeene Vergadering van 16 Mei 1874, op voorstel harer adviseuren, dit antwoord der bekrooning niet waardig heeft gekeurd, waag ik het mijne denkbeelden daarover aan het oordeel der natuurkundigen en meteorologen te onderwerpen. Ik zeg mijne denkbeelden, want tot de uitvoering van het werktuig zelf hebben mij de middelen ontbroken; doch ik koester de hoop, dat de groote mate van eenvoudigheid van het beginsel, hetwelk in de zelfregistreering is gelegd, bij de praktische uitvoering tot geen enkele moeielijkheid aanleiding zal geven.

De vraag door de Maatschappij gesteld is niet zeer bepaald, en wij moeten daarom de volgende zaken wel onderscheiden, die op de beantwoording van grooten invloed zijn:

1°. Het maakt een groot onderscheid of onder aanmerkelijke hoogte verstaan moet worden een vast genaakbaar punt, zoo als een bergtop of een uit zee uitstekende rots, waar een vaste bodem is, waarop men de instrumenten plaatsen kan, dan wel een punt hoog in de lucht, waartoe de instrumenten door middel van een ballon captif of een vlieger moeten worden op-

gevoerd. In het laatste geval kan natuurlijk van een kwikbarometer, al wordt die ook in een ring van CARDANUS opgehangen, geen sprake zijn, daar de schommelingen zelfs bij niet sterken wind te groot zijn. Daarenboven hebben hier barometerwaarnemingen weinig waarde ten opzichte der veranderingen in de luchtdrukking, indien men niet de zekerheid heeft, dat het instrument op dezelfde hoogte boven de oppervlakte der aarde is gebleven, of dat men met nauwkeurigheid weet hoeveel meters de ballon gestegen of gedaald is. Die hoogte kan wel is waar bij het gebruik van een balloncaptif uit de lengte van den afgewonden kabel en den hoek die deze met de loodlijn maakt, worden bepaald, doch bij schommelingen van den ballon, en daarenboven, dewijl de kabel toch steeds een bocht vormen zal, is en blijft die bepaling hoogst moeielijk, en eene onzekerheid in de hoogte van den ballon van een 10 à 20tal meters kan met een verschil van een millimeter kwikhoogte in den barometer gelijk staan.

2°. Evenmin is het bij de beantwoording der vraag onverschillig of men de waarnemingen blootelijk geregistreerd wenscht te hebben op de plaats waar de instrumenten staan, zoodat men eerst na afloop eener reeks waarnemingen kennis daarvan draagt; of wel, hetgeen de meteoroloog voorzeker verkiezen zal, de aanwijzingen der instrumenten van het solitair observatorium ieder oogenblik naar het hoofdobservatorium moeten worden overgeseind, om ze met de waarnemingen aldaar gedaan te kunnen vergelijken. Dit laatste geval vereischt natuurlijk eene telegrafische gemeenschap, die in het eerste geval onnoodig is.

3°. Eindelijk is de duur gedurende welke de waarnemingen moeten worden geregistreerd, zonder dat een persoon tot het opwinden van een uurwerk en tot andere werkzaamheden zich naar het solitair observatorium behoeft te begeven, van groot gewicht, of die is van 24 uren, van een maand of van een geheel jaar, welk laatste het geval is, wanneer een solitair observatorium geplaatst wordt op een bergtop, die voor het grootste gedeelte van het jaar door sneeuwophoopingen onbereikbaar is, of op een rots in zee, die ook slechts nu en dan door een schip kan worden aangedaan.

Bij de beantwoording der door de Hollandsche Maatschappij

gestelde vraag, zullen wij trachten op deze genoemde omstandigheden te letten, en onderscheiden daarom twee geheel van elkander verschillende solitair observatoriën :

1°. Dezulke, welke alleen bestemd zijn tot het doen van waarnemingen gedurende hoogstens een 10tal dagen, en van welke waarnemingen eerst na afloop van dien tijd kennis behoeft genomen te worden.

2°. Dezulke, welke op een hoog gelegen vast punt geplaatst moeten worden, welk punt slechts nu en dan door een persoon te bereiken is, terwijl men de waarnemingen van het solitair observatorium geregeld en dadelijk na de waarneming op het hoofd-observatorium overgeseind wil hebben.

Ten slotte zullen wij nog kortelijk de solitair observatoriën aan balloncaptifs hangende, bespreken, dewijl deze zich, naar gelang men al of niet overseining wenscht, tot een dezer beide rubrieken laten brengen.

Wij hebben de hoofdvereischten, waaraan een zoodanige inrichting voldoen moet, zal zij aan de meteorologie dienst bewijzen, vrij scherp genomen en rekenen daartoe :

1°. Juiste aanwijzing der instrumenten, niet zoo zeer een overdreven nauwkeurigheid, want volgens het oordeel der meteorologen komt het bij zulke waarnemingen niet aan op $^1/_{20}$ of $^1/_{10}$ van honderddeelige thermometergraden of op $^1/_{10}$, of $^1/_{2}$ millimeter der barometer-kwikhoogte, maar wel op de juiste aanwijzing van $^1/_4$ of $^1/_2$ thermometergraad en $^1/_{10}$ millimeter barometer-hoogte, en vooral dat nimmer verkeerde aanwijzingen worden gegeven.

2°. De grootst mogelijke eenvoudigheid der instrumenten, waardoor het minst mogelijke gevaar ontstaat dat deze in ongereede geraken.

3°. De minst mogelijke kostbaarheid der inrichting.

4°. Het minst mogelijke werk en zorg voor den meteoroloog, zoo mogelijk dat de instrumenten werken en de registratie plaats hebbe zonder dat de meteoroloog er zich mede heeft te bemoeien.

5°. Dat de registratie op een zoodanige wijze geschiede dat de waarnemingen van alle instrumenten op een blad papier vereenigd zijn, en wel zoo, dat men met een oogopslag den gang

der instrumenten kan waarnemen door de door registratie geteekende kromme lijnen.

6°. Bij een telegrafische gemeenschap tusschen het solitair en hoofdstation het minst mogelijk aantal geleiddraden, hetgeen vooral van belang is wanneer met een balloncaptif moet gewerkt worden, dewijl het gewicht van den kabel, die door den ballon moet gedragen worden, door metalen draden aanzienlijk vergroot wordt.

7°. Bij het gebruik van een galvanischen stroom mag deze met de meteorologische instrumenten zelve niet in aanraking komen, dewijl door dien stroom, en vooral door de vonken bij het sluiten en afbreken van den stroom, stoornissen in den gang der instrumenten ontstaan en daarenboven het overspringen der vonken oxydatieprocessen op de metalen oppervlakte veroorzaken, waardoor de instrumenten zelve spoedig onklaar worden. Kwik-barometers en kwik-thermometers dus, waarin platinumgraden zijn ingesmolten, zooals in de toestellen van WHEATSTONE en anderen, verwerp ik geheel en al.

---

In een beoordeeling der meteorologische instrumenten zelve treden wij hier niet, of de voorkeur moet worden gegeven aan een hevel- of bakbarometer boven den baromètre à balance, zoo als die bij den meteorograaf van Pater SECCHI gebruikt wordt, of boven de beide soorten van aneroïdbarometers; de wijze van overbrenging der aanwijzingen bij de door mij voorgestelde inrichting laat het gebruik van al deze instrumenten toe, dewijl bij allen de beweging medegedeeld kan worden aan een hefboom, ook zelfs bij den hevelbarometer door een flotteur, zooals bij den baromètre à cadran.

Wat de temperatuurbepaling betreft, zijn alle instrumenten te gebruiken, waarbij door de uitzetting van vaste ligchamen een hefboom kan worden bewogen, zoo als de thermometer van BREGUET; de thermograaf van Pater SECCHI berustende op de lineaire uitzetting van een koperdraad; de op het verschil in uitzetting tusschen staven zink en glazen buizen berustende thermometer van Dr. KRECKE, die reeds sedert vele jaren in het Utrechtsch observatorium dienst doet, evenzeer de luchtthermo-

meter, op wiens kwikmanometer een flotteur kan worden aangebracht, zoodat zijne bewegingen, even als bij den baromètre à cadran op een hefboom kunnen worden overgebracht; alleen de gewone kwikthermometer is hierbij onbruikbaar.

Ter bepaling van den vochtigheidstoestand der lucht kunnen alleen die werktuigen hier toepassing vinden, die door de inkrimping of uitzetting van dierlijke stoffen op een hefboom werken: de haar- en darmhygrometer. De psychrometer van AUGUST en de DANIEL'sche hygrometer kunnen hier geen dienst bewijzen. Over mijn hygrometrischen areometer, die naar mijne overtuiging het meest doelmatige en eenige ware instrument is ter bepaling van den vochtigheidstoestand der lucht, spreken wij later; evenzeer over de registreering van de windrichting door middel van de windvaan, van de windsnelheid door middel van het molentje van ROBINSON met de vier halfkogelvormige lepels, en eindelijk over de registreering van de hoeveelheid gevallen regen volgens een metingswijze die ik voor een twintigtal jaren ter meting van het water van de waterleidingen heb aangegeven. Al deze bepalingen kunnen zonder bezwaar gemeenschappelijk bij mijne inrichting geschieden.

---

## I.

### SOLITAIR OBSERVATORIUM ZONDER OVERSEINING.

Het is waarschijnlijk aan het geringe nut hetwelk waarnemingen voor den meteoroloog hebben, die hij eerst na eenigen tijd kan kennen, toe te schrijven, dat niet reeds langen tijd geleden zulke solitair observatoriën zijn opgericht, om met een klein personeel meerdere observatoriën, op niet te zeer verwijderden afstand van elkander geplaatst, te bedienen, daar hunne inrichting hoegenaamd geen bezwaar oplevert, en zij hoogstens om de 10 à 14 dagen door een persoon behoeven bezocht te worden, die het uurwerk moet opwinden, het registreerblad door een nieuw moet vervangen, en de instrumenten nazien. Die observatoriën kunnen overal geplaatst worden, liefst verwijderd van woningen; hunne oprichting is weinig kostbaar en de

eenigste te nemen voorzorgen zijn ter vrijwaring der instrumenten tegen regen en wind en tegen diefstal. De waarnemingen zoch worden er geregeld en voortdurend opgeteekend, en de meteoroloog heeft meer zekerheid bij een automatische opteekening der waarnemingen, dan wanneer hij die taak opdraagt aan een persoon, aan wien toch steeds het *errare est humanum* kleeft.

De inrichting, die mij voorkomt, volkomen aan dit doel te beantwoorden is de volgende:

Een aneroid-barometer, een metaal-thermometer en een haarhygrometer worden op een plank zoodanig naast elkander geplaatst, dat hunne naalden, die door een hefboom in beweging worden gebracht, in één vlak liggen en daarenboven ieder in hunne grootste afwijkingen niet meer dan een boog van 120° kunnen beschrijven; terwijl de assen, waarom de naalden draaien, in één rechte lijn gelegen en de naalden zelve alle even lang zijn.

Indien men nu op een geringen afstand boven deze naalden door een uurwerk een blad papier gelijkmatig zich laat voortbewegen, zoo zouden potloodstifjes aan de uiteinden der naalden bevestigd, op dit papier, waarop men de cirkelbogen waarin de uiteinden der naalden zich bewegen, had aangegeven, zoodanig dat tevens de doorloopen uren waren opgeteekend, op dit papier kromme lijnen beschrijven, die de standen der instrumenten in de doorgeloopen tijden registreeren; daar echter de wrijving van het potlood tegen het papier bij zulke gevoelige instrumenten veel te groot is, en stoornis in de aanwijzingen zoude aanbrengen, is hier het gebruik van boven een dwalmende vlam zwart gemaakt wit glans papier, zooals dit tegenwoordig tot registreering van verschillende fijne bewegingen in de physiologische laboratoriën veelvuldig wordt gebruikt, veel meer praktisch; aan de uiteinden der wijzers behoeft men dan slechts een fijn opstaand penneveertje te bevestigen, hetgeen bijna zonder wrijving over het zwart gemaakte papier strijkende, daarop een witte streep teekent; door later het papier te dompelen in een zwakke gom- of vernisoplossing kunnen de aanwijzingen gefixeerd worden. Nog eenvoudiger mogelijk is het gebruik van boven een dwalmende vlam zwart gemaakte glazen plaat, waarvan door de daarover strijkende veertjes het zwart wordt weggeveegd. Plaatst

men na afloop der waarnemingen deze glazen plaat op een door een zilverzout voor het licht gevoelig gemaakt papier, dan verkrijgt men door blootstelling aan het licht een zwarte teekening; heeft men daarenboven op deze plaat met een diamant de verdeelingen in graden of millimeters, en de tijdsaanwijzingen gekrast, zoo kunnen op een eenvoudige wijze op het gevoelig papier alle noodige aanwijzingen worden verkregen; bij de eerste blootstelling aan het licht worden de door de veertjes gemaakte lijnen op het gevoelig papier zwart afgedrukt; men laat het gevoelig papier onder de glazenplaat vast bevestigd, wrijft met een doek de plaat schoon, waardoor al het zwartsel wordt weggenomen behalve dat hetwelk in de door den diamant gekraste strepen terug blijft; indien men dan het gevoelig papier onder de plaat op nieuw eenige oogenblikken aan het licht blootstelt, zal het geheele papier een grijze tint aannemen, terwijl de vroeger verkregen strepen zwart en de door den diamant gemaakte strepen wit blijven. Een behandeling van het gevoelig papier met hyposulfis sodae en uitwassching met water geeft op deze wijze een blijvend schema der waarnememingen, die door het licht kan worden vermenigvuldigd, indien men, instede van gevoelig papier, een collodiumlaag neemt, die men later als negatief gebruikt.

Wij zullen straks zien dat de aanwijzingen van de windrichting, van de windsnelheid en van den pluviometer op een hoogst eenvoudige wijze door rechte lijnen kunnen worden voorgesteld, zoodat hare overbrenging op de zwartgemaakte glazenplaat op dezelfde wijze door veertjes kan plaats hebben.

De inrichting dus van een meteorologisch solitair observatorium, hetwelk b.v. om de 14 dagen kan worden bezocht en waar een gewoon uurwerk, dat 14 dagen zonder opwinding loopt, de waarnemingen registreert, die eerst na dien tijd in het bezit van den meteoroloog behoeven te komen, baart dus hoegenaamd geen moeielijkheid. De zwarigheid komt eerst wanneer de meteoroloog van uit zijn hoofd-observatorium ieder oogenblik den stand der instrumenten op het verwijderd solitair observatorium wil kennen, om die met de waarnemingen op het hoofdstation gedaan te kunnen vergelijken.

## II.

### SOLITAIR OBSERVATORIUM MET OVERSEINING.

Stellen wij ons voor een gewonen aneroïd-barometer, voorzien van een tweeden wijzer op de glazenplaat bevestigd en dienende om den stand op een bepaald oogenblik met dien op een later tijdstip te vergelijken, zooals de meeste aneroïd-barometers bezitten; denken wij ons verder de glazenplaat weg, doch den tweeden wijzer op dezelfde wijze boven de plaat van den aneroïd op de een of andere wijze bevestigd, zich door middel van een uurwerk met een gelijkmatige beweging om zijn as draaiende, of anders gezegd, stellen wij ons een aneroïd barometer voor zonder glazen plaat en daartegenover een uurwerk zoodanig geplaatst dat de as, waarom de minuutwijzer van het uurwerk draait in dezelfde lijn gelegen is als de as waarom de wijzer van den aneroïd-schommelt. Noemen wij den door de veranderende luchtdrukking bewogen wijzer van den barometer A en den minuutwijzer van het uurwerk B, zoo zal natuurlijk de wijzer B in één omwenteling eens den wijzer A bedekken. Stellen wij ons verder voor dat de vlakken waarin deze twee metalen wijzers zich bewegen, eenige millimeters van elkander verwijderd zijn, doch dat de wijzer B aan zijn uiteinde met een zwak metalen veertje voorzien is, dat bij zijn overgang over het uiteinde van den wijzer A een metallisch contact tusschen de uiteinden der wijzers veroorzaakt, zonder echter door te groote wrijving op de richting van den wijzer A storend te werken. Denken wij ons verder dat de wijzer A door een geleiddraad verbonden is met de + pool van een op het ver verwijderd hoofdstation geplaatst galvanisch element, en de wijzer B met de — pool, zoo zal bij iedere ronddraaiing van den wijzer B eens voor een oogenblik de keten worden gesloten.

Denken wij ons nu in den keten in de buurt van het element een toestel ingelascht, bestaande uit een vertikalen metalen cilinder verbonden met den + pool, welke cilinder door een uurwerk om zijn as bewogen wordt, zoodanig dat hij één omwenteling maakt in denzelfden tijd als de straks genoemde minuutwijzer B, maar daarenboven bij iedere omwenteling een

weinig zakt, en bedekken wij den metalen cilinder met een vochtig blad papier, doortrokken met een zout, hetwelk onder den invloed van een galvanischen stroom een kleursverandering ondergaat (b. v. joodpotassium en amylum); zoo is het duidelijk dat, indien wij tegen dat vochtig papier een metalen veer, die met de — pool verbonden is, laten slepen, bij iedere ronddraaiing op dit papier een gekleurd vlekje zal gevormd worden op het oogenblik dat de wijzers A en B elkander raken; en doordien de wijzer B en de cilinder eene isochrone beweging hebben, zal op het papier, indien daarop dezelfde verdeelingen zijn aangebracht als op den aneroïdbarometer, de aanwijzingen van dezen laatsten op dat bepaalde oogenblik worden opgeteekend, en kunnen worden afgelezen.

Daar echter de wijzer van den aneroïd bij zijne grootste schommelingen een cirkelboog van hoogstens 120° beschrijft, kunnen wij door dezen toestel meer werk doen verrichten dan alleen de overbrenging der aanwijzingen van den aneroïd.

Plaatsen wij tegenover den aneroïd op een kleinen afstand een cirkelvormige metaal-thermometer, waarvan de wijzernaald C even lang is als die van den aneroïd, en wiens as in de verlenging van den as van den aneroïd gelegen is, maar draaien wij dezen metaal-thermomether zoodanig om, dat het punt op den cirkelboog waarop de wijzer gemiddeld staat (15° C), lijnrecht tegenovergesteld is aan het punt waarop de wijzer A van den aneroïd gemiddeld staat (760 mm.); denken wij ons het uurwerk in zooverre weggenomen dat alleen zijn minuutwijzer B tusschen de beide vlakken der wijzers A en C draait, en bevestigen wij aan het uiteinde van den wijzer B, in stede van het straks genoemde goudenveertje een S gebogen dubbel veertje, zoo zal, bij een goede plaatsing der instrumenten, de wijzer B bij één omwenteling eens in contact komen met den wijzer A en eens met den wijzer C, die even als de wijzer A met den + pooldraad verbonden is. Op het chemisch bereid papier verkrijgen wij dus bij iedere rondwenteling twee aanwijzingen, over wier beteekenis geen twijfel kan bestaan, dewijl de plaatsen waar zij aangeteekend zijn iedere verwarring onmogelijk maken.

Dit was mijn eerste denkbeeld, hetwelk, ofschoon het bij de toepassing herhaaldelijk is gewijzigd geworden, toch de grond-

slag is gebleven van de nu door mij te beschrijven inrichting van een hoogst eenvoudigen universeelen meteorograaf voor solitair observatoriën.

Bij die beschrijving, als ook in de teekeningen, laat ik geheel terzijde de meteorologische instrumenten zelve, daar, zooals ik vroeger opmerkte, alle instrumenten kunnen gebruikt worden, waarvan de bewegingen op een hefboom kunnen worden overgebracht, zoodat in de teekening alleen de met een getande boog voorziene hefboomen, die op getande raderen waaraan de wijzers bevestigd zijn, werken, zijn voorgesteld.

De drukking van de lucht kan dus bepaald worden door een hevelbarometer, op wiens open arm een flotteur drijft, door een baromètre à balance of door de beide soorten van aneroïdbarometers; de temperatuur door alle thermometers, die op de uitzetting van metalen, in den vorm van staven of spiralen berusten, als ook door den luchtthermometer met een flotteur; de vochtigheid der lucht eindelijk door haar- of darmhygrometers.

Bij al deze werktuigen moet echter de overbrenging der beweging op den hefboom zoodanig zijn berekend, dat de wijzers dier werktuigen in hunne grootste afwijkingen slechts een bepaalden boog beschrijven van een aantal graden afhankelijk van het aantal instrumenten, die men door de inrichting wil doen registreeren. In het voorbeeld hetwelk ik hier heb gekozen mogen de wijzers zich slechts om 90° verplaatsen, opdat zij nimmer met elkander in aanraking komen, en hunne aanwijzingen op den cylinder nimmer op een strook aangeteekend worden, die voor de aanwijzingen van een ander instrument bestemd is. Het door mij aangenomen systeem berust namelijk op de achtereenvolgende waarneming der verschillende instrumenten.

De windrichting, de windsnelheid en de regenmeting vereischen echter een andere inrichting: de windrichtings-bepaling vereischt een geheele omdraaiing, eveneens het molentje van ROBINSON tot meting van de snelheid van den wind; zooals dit reeds bij andere meteorografen is gedaan, heb ik bij mijne inrichting aangenomen, dat door het molentje voorzien van een schroef zonder eind en het noodig aantal overbrengingsraderen, met rad, hetwelk voor de registreering dient, slechts één om-

wenteling maakt tengevolge van de door den luchtstroom doorloopen ruimte van 20 kilometers, welke ruimte bijna nimmer door een luchtstroom in een uur tijds wordt afgelegd.

Voor den regenmeter stel ik voor een inrichting welke ik reeds voor een twintigtal jaren tot meting van vloeistoffen alsook van korrelige of poedervormige vaste stoffen heb aanbevolen, en welke uit de fig. I zonder uitvoerige beschrijving duidelijk is. Zij A een bak van een bekende vierkante oppervlakte, waarop de regen valt, waarvan de hoeveelheid moet worden gemeten door den watermeter; dit water valt door de buis *a*, die van onderen met een gieterbuis (in M voorgesteld) voorzien is, opdat het water bij het vallen in de bakjes geen stoot veroorzake, op een bakje *b b b b*, hetwelk een sector is van een cilinder, welk bakje om de as *d* kan wentelen. Zooals uit de teekening blijkt, zijn twee gelijkvormige bakjes aan elkander verbonden, waarvan steeds een onder de gieterbuis staat, terwijl het ander het water ontlast hetwelk het zooeven heeft opgenomen; de vertikale doorsnede der bakjes is een ongelijkzijdige driehoek, zoodanig dat het vertikale vlak uit de as getrokken het bakje in twee gedeelten van ongelijken inhoud verdeelt; het overwicht van water in de buitenste helft doet het bakje omslaan; om nu met juistheid de hoeveelheid water te regelen die het bakje zal doen omslaan, b.v. een liter of een onderdeel daarvan, vallen de bakjes met hunne lipjes *m m* op de caoutchouckussens *o o*, wier stand door de stelschroeven R R wordt geregeld. Uit de teekening blijkt verder hoe de overbrenging der beweging plaats vindt, zoodat wij een rad verkrijgen, hetwelk voor ieder 1000 liters (of bepaalde onderdeelen daarvan) doorgeloopen water één omwenteling maakt.

Wij hebben dus hier drie toestellen, waarvan de eindbeweging is een ronddraaiende, welke in een rechtlijnige moet worden omgezet, om gemakkelijk te kunnen worden geregistreerd. De eenvoudigste wijze om dit te verkrijgen, is, naar mijn oordeel, de volgende, waarbij in het oog gehouden moet worden, dat mijne inrichting daar op berust, dat de aanwijzingen van ieder meteorologisch instrument éénmaal in het tijdsverloop van één uur worden opgeteekend. De instrumenten voor de windsnelheid en de regenmeting moeten dus zoodanig zijn ingericht, dat

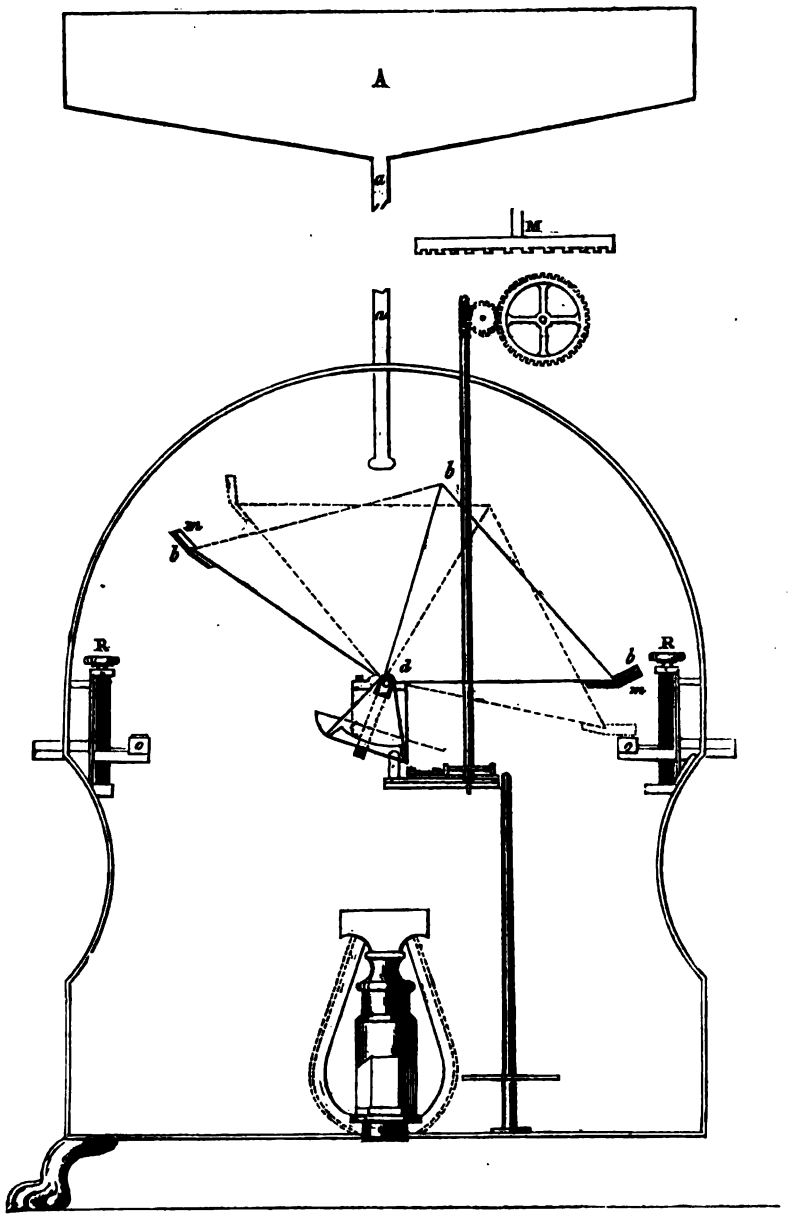



Fig. I.

het rad, hetwelk de aanwijzingen geeft, in het tijdsverloop van één uur nimmer eene geheele omdraaiing kan hebben volbracht,

zoodat men niet in de onzekerheid kan komen of in het verloopen uur de luchtstroom 2 dan wel 22 kilometers heeft afgelegd en of door den regenmeter 5 dan wel 105 liters waters zijn doorgeloopen.

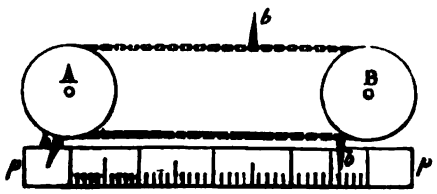



Fig. II.

Twee raderen A en B (fig. II) met gelijke stralen, zijn zoodanig geplaatst, dat hunne assen op een afstand van elkander staan, die juist gelijk is aan den omtrek der raderen. Wordt het rad A door een der instrumenten in beweging gebracht, en wordt om de twee raderen A en B een riem of ketting gelegd, en worden daaraan drie staafjes *b b b* bevestigd, die ieder van elkander om de lengte van den omtrek der raderen verwijderd zijn, zoo zal bij de ronddraaiing van het rad A, hetwelk aan het rad B door den riem zijne beweging mededeelt, altijd een der drie staven zich over de verdeeling *p p* bewegen, en bij eene volle omwenteling van het rad A, de geheele verdeeling doorloopen, terwijl wanneer dit staafje bij het rad B de verdeelde schaal verlaat, op hetzelfde oogenblik het tweede staafje bij het rad A weder daarop komt.

Deze inrichting voldoet aan alle vereischten, zoowel tot het registreeren eener voortgaande ronddraaiende beweging, zooals bij den meter van de windsnelheid en van den regen noodig is, alsook bij de windvaan, die dan in de eene en dan weder in eene andere richting draait.

Gaan wij nu over tot de beschrijving van het registreerinstrument zelf, en wel in de eerste plaats tot het gedeelte daarvan hetwelk op het solitair observatorium geplaatst is.

De hefboom A (fig. III) wordt bewogen door een barometer, de hefboom B door een metaalthermometer, de hefboom C door een hygrometer; zij brengen ieder hunne beweging over op een speciaal getand rad A′, B′, C′, waaraan de wijzer is bevestigd. Zoo als uit de teekening fig. III *b* blijkt, zijn deze hefboomen en getande raderen niet in hetzelfde vlak gelegen, maar boven elkander geplaatst, zoodat de getande raderen om een gemeenschappelijke as draaien, maar overigens volkomen van

elkander onafhankelijk zijn. De uiteinden der wijzers moeten echter in een en hetzelfde vlak hunne bewegingen volbrengen,

Fig. III.

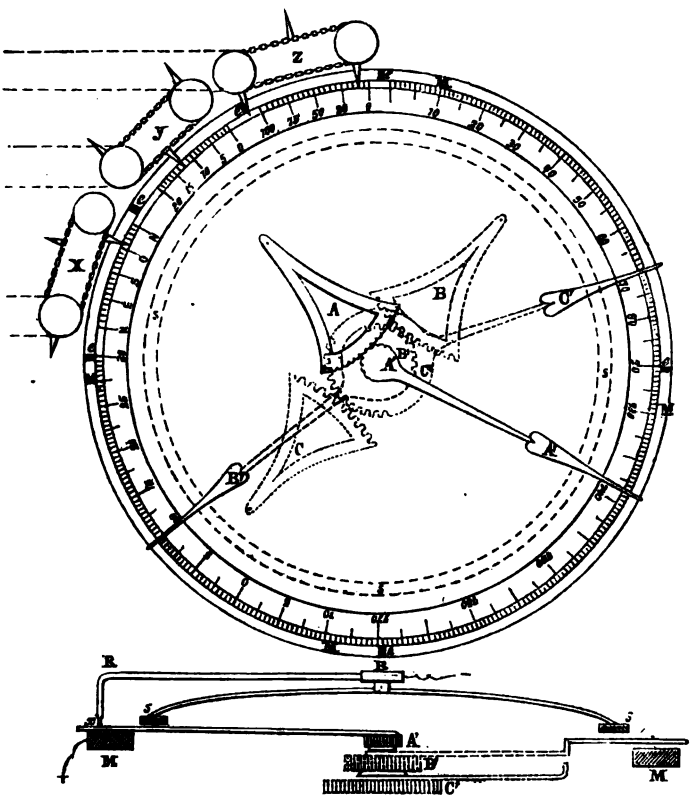



Fig. III*b*.

en wel, hoezeer geheel vrij, bijna rakelings aan de ring M M M M, waarop de verdeelingen zijn aangebracht, weshalve de wijzers van twee der instrumenten eene kniebuiging hebben. De wijzers, of in ieder geval hunne uiteinden, die in een dun staafje eindigen, zijn van ebonit, een stof, die de electriciteit niet leidt; ieder der wijzers eindelijk kan bij zijne grootste schommelingen zich slechts in een kwadrant bewegen, en kan dus nimmer met een der andere wijzers in aanraking komen.

Het vierde kwadrant heb ik gebruikt voor de aanwijzingen van de windrichting, windsnelheid en regenmeting, volgens het straks opgegeven beginsel. De staafjes, die voor de registreering dienen, zijn eveneens van ebonit vervaardigd, en kunnen, dewijl bij deze instrumenten overvloed van bewegende kracht is, over de verdeeling wrijvend strijken; zelfs voor de windvaan, die somwijlen hevige en groote schommelingen maakt, waardoor aan het straks te noemen veertje schade zoude kunnen worden berokkend, stel ik voor, in stede van een riem of ketting, om de twee raderen een caoutchouc band te spannen waaraan de ebonitstaafjes bevestigd zijn, zoodat, bij genoegzame wrijving over den verdeelden rand, de schokken worden gebroken.

De verdeelde rand M M M M kan van metaal of iedere andere stof zijn, doch de buitenste rand moet of van platinum of van zwaar verguld koper zijn, dewijl op dit gedeelte van den rand stroomsluiting en afbreking plaats vindt en dus oxydatie moet worden voorkomen.

Tegenover de verdeelde ring staat een uurwerk, waarvan wij in de teekening (fig. III *b*) alleen den minuutwijzer R R, wiens as in de verlenging is van de as der wijzers der instrumenten, hebben voorgesteld; aan het uiteinde van dezen metalen minuutwijzer is een gouden veertje aangebracht, hetwelk over den vergulden of platinum buitenrand slepend of wrijvend zich voortbeweegt, en dewijl deze rand door een geleiddraad met den + pool, en de minuutwijzer eveneens door een geleiddraad met den — pool eener batterij is verbonden, zoo zal de stroom gesloten zijn, zoo lang het contact van het gouden veertje met den rand niet door een daartusschen komend ebonitstaafje van een der wijzers der instrumenten wordt afgebroken; zoodra echter de gouden veer daarover heen is gegaan, is de stroom weer gesloten

Indien dus de minuutwijzer in één uur eens over den rand is rondgegaan, zal in het door ons aangenomen voorbeeld de stroom zesmaal voor een oogenblik zijn afgebroken; deze stroomafbrekingen worden nu gebruikt om op het hoofd-observatorium, hetwelk met het solitair observatorium door een telegraafdraad in verbinding is, de aanteekeningen te doen ge-

schieden op een met een blad papier bedekten cilinder, die door een uurwerk in één uur één omdraaiing maakt, en dus sochroon draait met den minuutwijzer van het solitair observatorium.

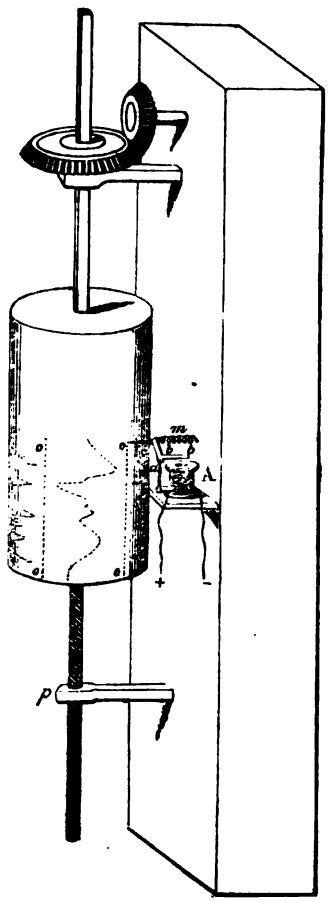



Fig. IV.

Op het isochronisme dezer twee bewegingen berust de nauwkeurigheid van mijn meteorograaf, en om hierover zeker te zijn, worden in den verdeelden ring op eenige vaste punten ebonitplaatjes bevestigd, die over den waren gang van het uurwerk op het solitair observatorium alle zekerheid geven.

De cilinder op het hoofdstation wordt, zooals gezegd, door een uurwerk om zijn as gewenteld, doch deze as is van een schroef voorzien, die in een moer loopt, zoodanig dat de cilinder, na iedere omwenteling, b v. één millimeter is gedaald.

Naast den cilinder staat een klos A, wiens tijdelijke magneet bij sluiting van den stroom een om een as *d* draaiend stuk week ijzer *b b* aantrekt, waaraan een stift (potlood, stalen of diamanten stift) is bevestigd, die door een veer gedrukt wordt tegen den cilinder *), zoodat, wanneer de stroom gesloten is, de stift van den

*) Toen dit stuk voor de pers gereed was ontving ik de brochure van den heer . VAN RYSSELBERGHE, hoogleeraar aan de Zeevaartkundige school te Ostende: *Notice sur un système météorographique universel*, voorkomende in de *Bulletins e l'Académie Royale de Belgique*, 2me Série, T. XXXVI, n°. 9 et 10, 1873. De richting van zijn in vele opzichten practischen meteorograaf berust op geheel ndere beginselen dan de mijne; ik vind echter zijne wijze om de registreering : doen plaats hebben op een met etsvernis bedekt blad koper door middel van

cilinder wordt afgetrokken, maar, bij iedere afbreking van den stroom in het solitair observatorium, op het hoofdstation de stift tegen den cilinder wordt aangedrukt, en daarop een punt of klein streepje aanteekent; een oogenblik daarna bij de sluiting van den stroom wordt de stift door den magneet teruggetrokken.

Een oogopslag op de figuur IV is voldoende tot goed begrip dezer inrichting. De rechte lijnen *o o o o*, die door opvolgende punten of strepen zijn verkregen, zijn de controleurs van den isochronen gang der twee uurwerken, en worden voortgebracht door de in den verdeelden rand van het instrument op het solitair station ingelaten vaste ebonitplaatjes. Loopt het uurwerk in het solitair station sneller of langzamer dan in het hoofd-station, zoo zullen deze lijnen niet meer evenwijdig zijn aan de as van den cilinder, doch schuins staan en bij ongeregelden gang zelfs met bochten zich kunnen vertoonen. Men wordt dus ieder oogenblik op het hoofdstation gewaarschuwd, en indien geen mogelijkheid bestaat om het solitair station te bereiken, kan men het uurwerk op het hoofdstation in overeenstemming brengen met den verkeerden gang van het ongenaakbaar uurwerk, en de correcties aanteekenen, die deze verkeerde gang noodzakelijk maakt. De constructie van een uurwerk, hetwelk, zonder dat het behoeft opgewonden te worden, een geheel jaar loopt, heeft, naar het oordeel van onzen beroemden chronometermaker A. HOHWU, dien ik hierover raadpleegde, hoegenaamd geen bezwaar, zoodat op een hoogen bergtop een dusdanig uurwerk zoude kunnen worden geplaatst, al heeft men slechts gedurende een paar zomermaanden de gelegenheid om dat station te bezoeken tot het nazien der instrumenten en het opwinden der klok. Een telegraafdraad van dat solitair station naar het hoofd-station is alles wat vereischt wordt om de registratie dier ver afgelegen instrumenten te bewerkstelligen.

Wij hebben tot dusverre gesproken van twee uurwerken, die on-

---

een stalen naald (liever nog diamanten punt), in stede van door een potlood op een blad papier, zeer vernuftig, dewijl dit koperblad, na in etswater gedompeld te zijn, dienen kan tot het vervaardigen van een onbepaald aantal afdrukken, die men aan de andere observatoriën kan zenden.

afhankelijk van elkander op de twee stations zijn geplaatst, wier beweging isochroon moet zijn; doch het zal ieder, die met de tegenwoordige vorderingen der telegrafie en der telegrafische uurwerken bekend is, duidelijk zijn dat de minuutwijzer van het solitair observatorium ook telegrafisch kan worden bewogen, en dat zijne beweging door dezelfde klok, die op het hoofd-station den cilinder doet draaien, kan worden geregeld; een tweede telegraafdraad zoude echter hierbij een vereischte zijn, en zoude de kosten van aanleg van een solitair observatorium onnoodig verzwaren; naar mijn oordeel, kan dezelfde draad dienen, zoowel tot voortbeweging van den minuutwijzer, als tot overbrenging van de aanwijzingen der instrumenten. Wij hebben tot nu aangenomen, dat de minuutwijzer, zooals bij de gewone klokken, in één uur zijne omwenteling maakt, zoodat, al naarmate den stand der instrumenten, de barometer-aanwijzing b. v. geschiedt om $12^h\ 10'$; de thermometer-aanwijzing, die in een volgend kwadrant is, om $12^h,\ 28'$, de hygrometer-aanwijzing alweder een kwart uur later, en de aanwijzingen der windrichting, windsnelheid en regenmeting in het vierde kwart uurs. Dit wordt door de meteorologen niet wenschelijk geacht, terwijl zij de voorkeur geven aan de gelijktijdige waarneming van alle instrumenten, om alzoo op een gegeven oogenblik een volledig beeld te hebben van den toestand der dampkringslucht. Op het in 1873 te Weenen gehouden meteorologisch congres heeft men zelfs den wensch geuit, dat de waarnemingen op de verschillende observatoriën van den geheelen aardbol op hetzelfde oogenblik zouden gedaan worden.

In stede dus van den minuutwijzer in het solitair observatorium en den cilinder op het hoofd-observatorium in één uur te laten omwentelen, stel ik voor de omwenteling dezer beiden ieder uur of onderdeel van één uur, naarmate de meteoroloog een grooter aantal waarnemingen wenscht, in een kort tijdsverloop van eenige weinige minuten te doen plaats vinden, terwijl zij het overige gedeelte van het uur in rust blijven. Gedurende dien rusttijd zoude de stroom gebruikt worden om op het solitair observatorium een gewicht op te heffen of een veer te spannen, waarvan de kracht alleen voldoende behoeft te zijn om den minuutwijzer een omwenteling te doen maken. Ieder

uur zoude dus uit het hoofd-observatorium, door de aldaar aanwezige klok, door middel van den galvanischen stroom op het solitair station de door een anker of veer vastgehouden minuutwijzer worden losgemaakt, die alsdan door de veer of het gewicht met een slinger tot reguleering der beweging, voortbewogen, in 2 of 3 minuten zijne omwenteling zoude maken, terwijl aan den cilinder op het hoofd-observatorium eene daarmede isochrone beweging wordt medegedeeld. Gedurende deze omwenteling wordt dus de galvanische stroom tot niet anders gebruikt dan tot het overseinen van de aanwijzingen der instrumenten op de vroeger beschreven wijze. Na de omwenteling van den minuutwijzer wordt deze weder vastgelegd, en de stroom gaat nu op een anker werken, die een rad in beweging brengt, waardoor het gewicht wordt opgetrokken of de veer wordt gespannen, om daarmede op te houden zoodra het uur verloopen is, en de wijzer alweder zijne omwenteling moet verrichten.

Bij voorloopige proeven, welke ik tot toetsing van mijn meteograaf heb genomen, ben ik op een moeielijkheid gestuit, die het noodzakelijk maakt aan deze inrichting een kleine toevoeging te geven.

De wijzer van een aneroïd-barometer kan zeer weinig wrijving overwinnen en wordt door een zelfs zachte aanraking uit zijn stand gebracht; hetzelfde is het geval bij den haarhygrometer, veel minder bij den metaalthermometer, vooral bij dien van Dr. KRECKE, zooals die in het Utrechtsch observatorium is ingericht, en aldaar reeds gedurende vele jaren uitstekende diensten bewijst *).

Zooals ik reeds vroeger opmerkte, mogen de wijzers dezer instrumenten niet over den verdeelden rand schuiven, maar moeten zich op een kleinen afstand daarvan vrijelijk kunnen bewegen. Daar de veer van den minuutwijzer, zal hij gedurende maanden, zonder dat de raakvlakten behoeven schoon gemaakt te worden, het contact met den metalen ring goed be-

---

*) Daar de metaalthermometer van Dr. KRECKE, zoover mij bekend is, niet beschreven is geworden en hij door zijne eenvoudigheid en nauwkeurigheid, alsook door de gemakkelijkheid waarmede de zelfregistratie plaats vindt, een meer algemeene toepassing in de meteorologische observatoriën verdient, deel ik hier

ouden, niet te zwak mag zijn, zoude hij bij het slepen over et uiteinde van den wijzer van den aneroïd-barometer en van en hygrometer, deze wijzers uit hun stand kunnen verschuien, waardoor eene verkeerde aanwijzing dier instrumenten zoude ontstaan. Om dit te voorkomen, wordt door dezelfde inrich-

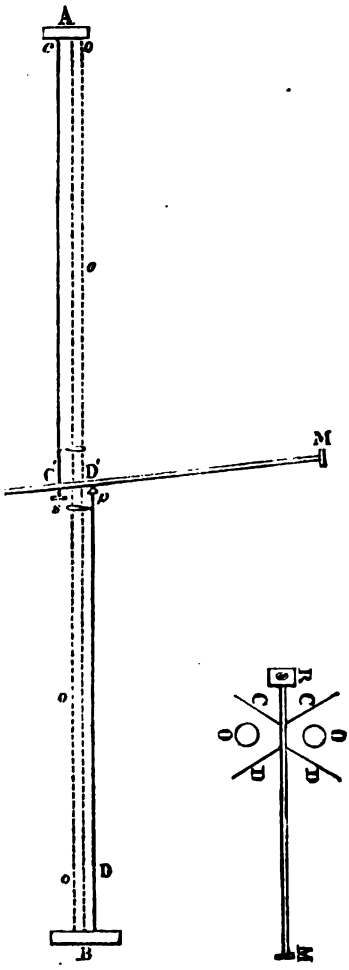



Fig. V.



Fig. VI.

zijne constructie mede. Twee glazen buizen *o o*, (Fig. V) ongeveer 1,5 meter lang en ± 3 ctm. in middellijn, verbinden twee ijzeren sluitstukken A en B, van welke het onderste B stevig tegen een wand is bevestigd, terwijl het bovenste in dien wand eveneens bevestigd is, doch zoodanig dat eene geringe verschuiving mogelijk is. Aan het sluitstuk A is een zinken plaat C C', en aan het sluitstuk B eveneens een zinken plaat D D' bevestigd, die beiden overigens geheel vrij zijn, doch, om verbuiging voor te komen, dicht bij haar vrije uiteinde met een paar ringen voorzien zijn, die over de glazen buizen *o o vrij* schuiven. Om de zinken platen spoedig de temperatuur der lucht te doen aannemen, mogen zij niet te dik zijn, en toch moeten zij genoegzame sterkte aanbieden. Om dit doel te bereiken, zijn zij in haar geheele lengte als een goot gebogen, zoo als uit de doorsnede fig. VI zichtbaar is. Aan het vrije uiteinde van de plaat D D' is een stalen pan *p* bevestigd, waarop de geelkoperen hefboom R M evenals bij een balans rust; zijne armen D' M en D' R zijn zeer ongelijk. Bij R is een verschuifbaar tegengewicht aangebracht, wiens afstand van D' zoodanig wordt geregeld, dat de arm D' M slechts een gering overwicht heeft. Daarenboven is in den hefboom bij *s* eene schroef met een punt opwaarts aangebracht, welke punt drukt tegen het vrije uiteinde van de zinken plaat C C', zoodat de hefboom kan worden versteld en het potlood dat hij bij *M* draagt, hooger of lager kan worden gebracht. De werking van dit instrument is eenvoudig deze; bij rijzing der temperatuur zullen zich de zinkplaten uitzetten, en wel ongeveer 4 maal meer dan het glas; het steunpunt D' rijst, terwijl het steunpunt C' daalt. De hefboom draait zich dus een weinig om een punt gelegen tusschen C' en D', en het potlood M rijst; bij de daling der temperatuur geschiedt het omgekeerde.

ting, die den minuutwijzer loslaat en vastlegt, een ring *s s s*, fig. III, die fijn geribd is, zacht nedergelaten op de wijzers der instrumenten, zoodat zij tegen den verdeelden rand worden aangedrukt, en op deze wijze gedurende de weinige minuten, die de wijzer voor zijne omwenteling gebruikt, onbewegelijk worden vastgehouden, zoodat de gouden veer over hunne ebonit-uiteinden kan schuiven, zonder ze te verplaatsen. Tegelijk met het vastleggen van den wijzer wordt de ring weder opgeheven en aan de wijzers der instrumenten hunne vrije beweging teruggegeven. Het vastleggen der wijzers der instrumenten gedurende dien korten tijd heeft hoegenaamd geen bezwaar, dewijl de variatiën dier instrumenten in een paar minuten bijna gelijk nul is.

Bij de wijzers voor de windrichting, windsnelheid en de regenmeting is deze voorzorg geheel onnoodig, dewijl de bewegende kracht hier zeer groot is en de ebonitplaatjes, zooals is opgemerkt, over de ring kunnen wrijven.

---

Wij zien dus dat het vraagstuk om de aanwijzingen van meteorologische instrumenten, op verren afstand (ook aanzienlijke hoogten) van den waarnemer geplaatst, te doen registreeren, door deze inrichting volkomen wordt opgelost. — Ten opzichte echter van de bepaling van den vochtigheidstoestand der lucht blijf ik bij mijne reeds voor een twintigtal jaren geuite meening, dat de psychrometer van AUGUST, de haar- en darmhygrometers, de DANIEL'sche dauw-hygrometer alle instrumenten zijn, die wel omtrent den vochtigheidstoestand der lucht meer of minder juiste aanwijzingen kunnen geven, maar dat een gewichtsbepaling van de hoeveelheid water bevat in een bepaald volumen lucht alleen in staat is om ware gegevens daaromtrent te verschaffen. Mijn vroeger *) beschreven hygrometrische areometer, is, zooals ik reeds toen heb aangetoond, geschikt om die bepaling op een eenvoudige wijze, die ook zelfregistratie toelaat, te doen. Er bestaat hoegenaamd geen bezwaar om door middel eener caoutchoucbuis de lucht door een aspirator te ha

*) POGG. *Annal.* T. XCIII, pag. 343, *Archives Néerlandaises*, T. VI, p. 419.

len van een zeer verwijderd punt, terwijl de areometer op het hoofd-station is geplaatst. Daar het solitair observatorium toch door een geleiddraad met het hoofd-station is verbonden, kan deze geleiddraad in de caoutchoucbuis worden gestoken, die dan als isolator en beschutter van dien draad dient. De eenige fout, die hierbij zoude gemaakt kunnen worden, zoude ontstaan, indien de met waterdamp verzadigde lucht op het solitair station een hoogere temperatuur had dan op eenig gedeelte van den weg, die de caoutchoucbuis doorloopt, waardoor in de buis een neerslag van water zoude plaats vinden, hetwelk dus niet den areometer bereikte; doch hiervoor is weinig vrees, dewijl toch meestal de temperatuur daalt met de hoogte der luchtlagen boven de oppervlakte der aarde ; een warme vochtige luchtlaag boven een koudere onderlaag zal wel tot de uitzonderingen behooren.

Ten slotte nog een woord over het solitair observatorium, indien men dit door een balloncaptif in de hoogere lagen van den dampkring wil brengen en aldaar gedurende korteren of langeren tijd wil houden.

De door mij voorgestelde inrichting is daarvoor volkomen geschikt, en vereischt slechts twee geleiddraden in den kabel, die den ballon captif vasthoudt. De tegenwerping dat het gas uit een ballon captif, zoo wel door lekken als door diffusie spoedig ontwijkt, zoodat zulk een ballon niet langer dan een paar dagen in de lucht zoude kunnen verblijven, geloof ik op een eenvoudige wijze te kunnen wederleggen. De twee geleiddraden in den kabel moeten van elkander geïsoleerd gehouden worden. Welk ander bezwaar, dan de verzwaring van den kabel, bestaat er tegen om die geleiddraad in caoutchoucbuizen te steken, waarin zij op eene eenvoudige wijze van afstand tot afstand zouden kunnen bevestigd worden. Een der beide caoutchoucbuizen zoude alsdan dienen om voortdurend in den ballon een stroom waterstofgas te voeren, terwijl de andere doortocht zoude verschaffen aan de lucht, die uit die aanzienlijke hoogte door middel van een aspirator naar den hygrometrischen areometer zoude gezogen worden.

Op deze wijze ingericht, zoude de ballon captif zoolang in de bovenlucht staande gehouden kunnen worden, als een door

de waarnemingen aangekondigde storm zijn nederdaling noodzakelijk maakte.

Een bezwaar echter, waarvoor ik geen goede oplossing weet, is het houden van den ballon captif op een en dezelfde hoogte, vooral wanneer een eenigszins harde wind hem voortbeweegt, en de kabel dus den vertikalen stand verliest; in dit geval heeft de aflezing van den barometer geen andere waarde dan de approximatieve bepaling van de hoogte, waarop de instrumenten zich boven de oppervlakte der aarde bevinden, en blijft men geheel in het onzekere of de waargenomen variatiën van den barometerstand aan verschillen in de hoogte van den ballon dan wel aan verschillen in drukking der lucht op dezelfde hoogte moeten toegeschreven worden.

Aan anderen laat ik de vraag ter beantwoording over, in hoeverre men, door een bepaalden vorm aan den ballon te geven, het systeem van den vlieger, waar de wind tegen een schuinsch vlak werkende, den vlieger doet stijgen, hier in toepassing zoude kunnen brengen.

---

Te recht zal men echter tegen het gebruik van ballons captifs aanvoeren, dat de hoogte, waartoe deze opgelaten kunnen worden een zeer beperkte is, hoogstens van 1000 meters, dewijl, behalve vele andere bezwaren, door het steeds toenemend gewicht van den kabel, de benoodigde ballon, die zulk een kabel dragen kan, zeer groot moet worden. Wil men echter meteorologische waarnemingen hebben uit veel grootere hoogten, b. v. van 5 à 10000 meters, de relatief geringe kosten van het door ons beschreven solitair observatorium zonder overseining, en het geringe gewicht, hetwelk bij het gebruik van zulk een toestel de ballon slechts behoeft te dragen, maken een dusdanig ingericht observatorium zeer geschikt, om door middel van een relatief zeer kleinen ballon in de luchtruimte gezonden te worden, op het gevaar af dat van de tien uitgezonden observatoriën een of twee, door in zee of een onbewoond oord te vallen, voor goed verloren raken; zelfs bij zulk een verlies zullen de kosten verre achterstaan bij die, welke een groote ballon, die

personen moet medevoeren, veroorzaakt. De zelfregistreerende barometer zoude alsdan de hoogten aangeven, op welke de aanwijzingen der instrumenten voor temperatuur, vochtigheid enz., ieder oogenblik van de reis zijn opgeteekend, terwijl een op de beschreven wijze zelfregistreerende kompas de richting zoude aanwijzen, in welke de ballon in de verschillende oogenblikken van den tocht en in de verschillende luchtlagen, die hij doortrokken heeft, is voortbewogen. Het spreekt van zelf, dat dit solitair observatorium zoodanig met een veêrkrachtig omhulsel zoude moeten worden omgeven, dat de schok bij het nederdalen op den bodem gebroken werd. Een in eenige talen geschreven en op den toestel bevestigd verzoek om den toestel niet open te maken, maar ongeschondén aan een bepaald adres terug te zenden, en eene bekendmaking in de verschillende vreemde bladen, opdat, zooveel mogelijk een ieder met het doel dezer uit den hemel komende voorwerpen bekend werd gemaakt, zouden er veel toe bijdragen om aan dit denkbeeld het schijnbaar onpraktische te ontnemen.

# DE

# BODEM VAN HET EEMDAL.

DOOR

**P. HARTING.**

In den loop der laatste drie jaren zijn in den bodem van het dal, waardoor de Eem en de zich in haar uitstortende kleine beken stroomen, een aantal putboringen gedaan, waardoor niet alleen de zamenstelling van dien bodem nader is bekend geworden, maar ook die van den bodem onder Amsterdam op eene merkwaardige wijze wordt toegelicht.

Deze boringen werden ondernomen met het doel om in eene diepere wellaag goed drinkwater te vinden, welk doel dan ook op de volkomenste wijze bereikt is.

Het eerst geschiedde zulks door indrijving van een Norton-pijp, op het landgoed Heiligenberg, het eigendom en de zoomerwoonplaats van den heer baron van HARDENBROEK. Dit landgoed ligt op ongeveer een half uur afstands oostelijk van Amersfoort. Toen de pijp tot op zekere (mij niet nader bekend geworden) diepte in den grond was gedreven, steeg plotseling het water daarin met kracht op en liep uit zijn mond over. Dit overloopen duurt heden nog voort.

Dit gaf aanleiding aan den heer A. CROOCKEWIT, om in Maart 1873 in zijn tuin, gelegen vlak bij Amersfoort aan den Utrechtschen straatweg, eene dergelijke boring te doen. Het terrein ligt hier echter hooger dan aan de andere zijde der stad, omstreeks 3 meters boven het punt, waar aan den Heiligenberg geboord was; en toen dientengevolge het water, dat in de pijp

opsteeg, beneden haar mond bleef en dus niet overliep, gelijk in dat van den eerstgenoemden put, werd, nadat de pijp tot eene diepte van 46 meters was ingedreven, de poging opgegeven en de put weder gesloten. Toch was die poging geenszins vruchteloos geweest. Het was namelijk gebleken dat men, op de diepte van 15 meters, eene kleilaag van vrij aanmerkelijke dikte bereikt had, en dat, toen men deze doorboord had, het water uit het zich daaronder tot op eene diepte van 20 meters uitstrekkend grof zand of loopzand met kracht in de pijp opsteeg, zonder echter, gelijk gezegd is, haar mond te bereiken. Onder dit grovere zand volgde fijn, geel zand, tot eene diepte van 43,5 meters. Toen bereikte men wederom eene klei- of leemlaag van omstreeks 1,5 meters dikte, en daaronder trof men nogmaals hetzelfde fijne, gele zand aan.

De heer CROOCKEWIT heeft de goedheid gehad mij de bij deze boring verzamelde stalen ten onderzoek af te staan. Ik kom daarop beneden terug.

Steunende op de bij deze eerste putboringen verkregen ondervinding, besloot de heer PAUL A. HUËT, directeur der toen in aanbouw, thans in werking zijnde Beijersch-bierbrouwerij, een merkelijk wijderen put op het terrein van deze te doen boren.

Dit geschiedde in Juni 1873. Toen de boor tot op eene diepte van 13 meters onder den beganen grond was doorgedrongen, bereikte men eene kleilaag van ongeveer 3 meters dikte, en nadat deze doorboord was, eene laag zand met schelpen en schelpfragmenten, waaronder eene laag grofkorrelig loopzand volgde. Daaruit, namelijk uit eene diepte van 16 meters, steeg het water met kracht in den put op, en daar het bleek, dat dit water van uitmuntende hoedanigheid was en in overvloed toevloeide, zoo was het doel bereikt.

Volgens eene mededeeling van den heer HUËT stond het niveau van het water in den nieuwen put, gedurende de eerste dagen na de boring, 1,275 meter boven dat van een naburigen zakwaterput, waaruit sedert eenige weken geen water was genomen. Dit, in verband met het bovenvermelde feit dat de Nortonput op den Heiligenberg overloopt, bewijst dat het uit de wellaag, onder de klei, opstijgend water onder eene vrij aanmerkelijke drukking staat en derhalve afkomstig is van de

westelijk en zuidwestelijk van het Eemdal gelegen diluviale heuvels, waaronder de op weinig meer dan een vierde uurs van de stad gelegen Amersfoortsche berg, die zich tot eene hoogte van 49 meters boven A. P. verheft, de naastbijzijnde is.

De gunstige uitslag, aan de brouwerij verkregen, deed den heer A. CROOCKEWIT besluiten op zijne kosten drie dergelijke putten in de stad zelve te doen boren. In den loop van dit jaar zijn daar nog twee nieuwe bijgevoegd. Al deze putten geven uitmuntend water in zeer groote hoeveelheid. De heer Dr. MENALDA VAN SCHOUWENBURG vond in een liter daarvan slechts 0,129 gram vaste stoffen en daaronder slechts sporen van organische stoffen. Het debiet der op de 30 centimeters wijde putbuizen geplaatste pompen bedraagt, of bedroeg althans na de eerste vestiging, niet minder dan 35 liters per minuut, zonder dat het gelukte haar lens te pompen.

Bij het boren dezer putten in de stad is tevens behoorlijk gezorgd voor het verzamelen van stalen der doorboorde gronden, en deze zijn gedeponeerd in een der lokalen van de Hoogere burgerschool, waar de heer MENALDA VAN SCHOUWENBURG mij de gewenschte gelegenheid verschaft heeft hen aan een nader onderzoek te onderwerpen.

Eindelijk is in den loop van dit jaar wederom een Nortonput met goed gevolg geboord op last van den heer Mr. W. H. DE BEAUFORT op eene der bij zijn landgoed de Treek behoorende hofsteden, gelegen op omstreeks een uur afstands van Amersfoort. De plaats grenst aan de Leusdensche heide en aan een ook op de stafkaart aangewezen veentje. De heer HUËT, die mij dit het eerst heeft medegedeeld, voegt er nog het volgende bij.

„De buis is twee Engelsche duimen, dus circa 5 centimeters wijd; de geheele ingedreven lengte bedraagt 16 meters, waarvan vermoedelijk 1,2 meter beneden den onderkant der ± 3 meters dikke kleilaag. Het water wordt tot 90 centimeters boven den beganen grond opgebracht, en de geheele opbrengst aan water bedraagt ongeveer 13000 liters per 24 uren, wanneer de buis tot op den beganen grond wordt afgesneden. Het verschil tusschen het hoogste niveau, d.i. 90 centimeters boven den beganen grond, en het niveau van de zakwaterput, waarin de buis staat, bedraagt 2,7 meter. Hieruit maak ik

op dat het terrein op hoogstens 3 meters boven A. P. ligt."

De heer HUËT zond mij tevens een klein staal van de doorboorde kleilaag, en van het daaronder gelegen zand met schelpen. Daaruit bleek mij overtuigend dat de doorboorde lagen in de hoofdzaak volkomen met die te Amersfoort overeenstemmen.

Ik acht het overbodig hier eene opsomming te geven van al de gronden, die bij elke putboring te Amersfoort afzonderlijk zijn opgebracht. Met geringe diepteverschillen, ten deele voorzeker afhankelijk van de verschillen in niveau der oppervlakte van den bodem zelven, heeft men overal dezelfde lagen doorboord. Het zal daarom voldoende zijn hier de lijst te doen volgen van de gronden uit een dezer putten opgebracht, namelijk van die in de Hellestraat, bij de begraafplaats.

| Diepte. | |
|---|---|
| 2,7 meters. | Fijn kwartszand. |
| 3,6 " | Hetzelfde. |
| 5,4 " | Grof zand, met grootere kiezelsteenen, als in grof rivierzand. Eerste wellaag of zakwaterlaag. |
| 6,3 " | Fijn zand. |
| 8,1 " | Iets grover, geelachtig zand, moerasijzer-houdend. |
| 9,0 " | Hetzelfde, met gehumificeerde planten-overblijfsels. |
| 9,9 " | Zand, als op 8,1. |
| 11,0 " | Veen. |
| 12,6 " | Veen. |
| 12,8 " | Zwartachtige rivierklei, met stukjes veen. Geen opbruising met zuren, geen spoor van zee-organismen. |
| 13,0 " | Blauwachtige zeeklei, uit fijnkorrelig, hoekig gruis bestaande, met zuren opbruisende. Talrijke pisoferriten, geen Foraminiferen, eenige zeldzame schaaltjes van een kleinen Coscinodiscus en stukjes van sponsnaalden, die niet nader bestembaar zijn. |
| 16,8 " | Dezelfde blauwachtige klei. |

| Diepte. | |
|---|---|
| 17,0 meters. | Kleihoudend zand met schelpen: *Nassa reticulata*, *Littorina littorea*, *Cerithium lima*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Venus rotundata*, *Trigonella plana*, *Mactra solida*. |
| 17,2 " | Grover zand met vele schelpfragmenten en grootere gerolde steenen. Daaronder stukken graniet met roode veldspaath, witte kwarts en glimmer, tot van 5 centim. in doorsnede. Tweede wellaag. |

De lagen in de overige putten zijn nagenoeg gelijk in zamenstelling en betrekkelijke dikte. Kleine verschillen komen wel is waar voor. Zoo is het zand op 4 tot 5 meters diepte in eenige putten veenhoudend, in anderen niet. Ook zijn uit enkele putten uit de eigentlijke veenlaag - stukken kienhout opgehaald, uit anderen niet. Bij de boring van de meest westelijk gelegen put, die in den tuin van den heer CROOCKEWIT, schijnt geen veen aangetroffen te zijn. Daarentegen bevond zich daar op korten afstand onder de oppervlakte (0,6 met.) een oerbank van ongeveer 1 meter dikte. Deze plaatselijke verschillen zijn van geringe beteekenis.

Gelijk uit het bovengezegde, aangaande de punten waar de boringen geschied zijn, blijkt, liggen deze binnen eenen driehoek. Deze beslaat eene tamelijk groote uitgestrektheid, die men op omstreeks 800 hectaren kan schatten. Met groote waarschijnlijkheid mag men derhalve besluiten dat de geheele bodem van het Eemdal, of de zoogenaamde Geldersche vallei, in hoofdzaak gelijke zamenstelling heeft. Op de oppervlakkige, uit zandige klei met humus bestaande, laag, volgt zand tot op de diepte van 11 tot 13 meters. Dit zand rust op eene veenlaag, waarvan de dikte oostwaarts toeneemt en tot omstreeks 3 meters klimt. Onder dit veen ligt eene kleilaag van 3 tot 4 meters dikte. Het bovenste gedeelte dezer kleilaag draagt de kenmerken van uit zoetwater, het onderste, dikkere gedeelte die van uit zeewater bezonken te zijn. Die klei rust op kleiachtig zeezand, met talrijke schelpen van zee-mollusken, zoowel Gasteropoden als Lamellibranchien. Deze fossilenhoudende laag heeft slechts eene geringe dikte en wordt aangetroffen op eene diepte onder

de oppervlakte die verschilt van 16 tot 17 meters. Daaronder bevindt zich zand, dat al de kenmerken draagt van tot hetzelfde diluviale zand met erratische steenen te behooren, waaruit ook de westelijk en oostelijk van het Eemdal gelegen gronden bestaan. Met name komen er tamelijk groote stukken rood graniet in voor, geheel gelijk aan dat van sommige erratische blokken in de naburige heidestreken. Fossilen ontbreken daarin geheel, en zuren doen geen opbruising daarin ontstaan. Ofschoon nu slechts in een der putten (die in den tuin van den heer CROOCKEWIT) de boring daarin tot op eenigzins aanmerkelijke diepte (46 meters) is voortgezet, zoo mag men toch als waarschijnlijk aannemen dat dit zand, uit welks bovenste, grofkorrelige laag het water in de putten opstijgt, niet anders is dan eene voortzetting van de westelijk en oostelijk van het Eemdal gelegen en zich daar tot heuvels verheffende diluviale zandbedding. De daarin op eene diepte van 43,5 meters gevonden leem bruist niet met zuren op en draagt al de kenmerken van niet anders dan dezelfde diluviale leem te zijn, die men ook elders op verschillende diepten in onze heidevelden hier en daar aantreft.

Uit een en ander volgt dat de thans door de gronden van het Eemdal ingenomen plek in de diluviale of quaternaire periode door de zee overdekt is geweest. In die zee mondde een arm van den Rhijn, de latere Eems, en heeft daar een delta gevormd.

Indien deze voorstelling juist is, dan volgt daaruit tevens, dat, sedert het begin dier deltavorming, eenige Mollusken, die toen aldaar in de zee in grooten getale voorkwamen, thans niet meer tot onze zeefauna behooren. Dit geldt bepaaldelijk van *Cerithium lima* en *Venus rotundata*. De overige op blz. 286. opgetelde soorten zijn ook thans nog in de zee langs onze kusten vertegenwoordigd, maar deze beide soorten niet. Daarentegen zijn juist zij bij de putboringen in het Eemdal in het grootste aantal te voorschijn gekomen. Van de kleine *Cerithium lima* *) zoude het niet moeielijk zijn uit het opgebrachte zand

*) Omtrent de identiteit der met dien naam aangeduide soort met de levende *Cerithium lima* BRUG. verkeer ik echter in eenigen twijfel. In het algemeen is deze merkelijk grooter, en ook de mond der schelp heeft een iets anderen vorm,

vele honderde exemplaren te verzamelen. *Venus rotundata* komt daarin in allerlei grootte voor, van 2 centim. lengte af tot 6 centim. toe, iets dat, gepaard aan den ongeschonden toestand van vele der gevonden kleppen, bewijst dat de dieren geleefd hebben op of nabij de plek waar hunne schelpen gevonden zijn.

Eene vergelijking der fossile schelpen in den bodem van het Eemdal met die, welke vroeger door mij onder Amsterdam zijn gevonden *), leert het opmerkelijk feit kennen, dat al de soorten, die in het Eemdal gevonden zijn, ook voorkomen in de 7 tot 17 meters dikke zandlaag, welke onder Amsterdam op diepten van 18,3 tot 22,8 meters een aanvang neemt. Ofschoon eenige Amsterdamsche soorten tot dusver nog niet in het Eemdal zijn teruggevonden, is de overeenkomst toch zoo groot, dat men bezwaarlijk twijfelen kan of beide formatiën zijn van hetzelfde tijdperk, en vermoedelijk maken zij eene enkele samenhangende laag uit. Inzonderheid kenmerkend is in beide gevallen de aanwezigheid van de niet meer tot onze fauna behoorende *Cerithium lima* en *Venus rotundata*. Deze formatie, in een alluvialen bodem, boven het diluvium, kan niet tot een der pliocene stelsels van DUMONT worden teruggebracht. Men heeft derhalve recht haar met een eigen naam, dien van het Eem-stelsel (*Système Eémien*) te bestempelen.

Door dit onderzoek is tevens het vraagstuk aangaande den samenhang van de in den Amsterdamschen bodem gevonden lagen met die in de ten zuiden daarvan gelegen deelen des lands nader tot zijne volledige oplossing gebracht. Men kon namelijk nog altijd in twijfel staan of de machtige, zich van 51 tot 56 meters onder A. P. tot op de grootste bereikte diepte, namelijk van ongeveer 173 meters onder A P., uitstrekkende zandbedding inderdaad eene onderzeesche voortzetting van het zand der zuidelijk gelegen diluviale gronden was. Mijne vroegere hypothese, dat van de Zeister gronden af zich het diluvium, onder het alluvium rondom Utrecht door, zich steeds

---

gelijk mij gebleken is bij eene nadere vergelijking der fossile voorwerpen met die uit de Middellandsche zee in het Museum van den Zoologischen tuin te Amsterdam. Voorloopig echter zal ik dien naam voor den fossilen vorm behouden.

*) *De bodem onder Amsterdam. Verh. der eerste klasse van het Kon. Ned. Instituut*, 1852, 3de reeks, 5de deel.

dalend naar Amsterdam voortzette, om daar, overdekt door eene reeks van alluviale lagen op eene aanmerkelijke diepte teruggevonden te worden, was, — gelijk ik bij eene vroegere gelegenheid (*Versl. en Meded.* 1872, 6de deel, bl. 181) heb uiteengezet, — onhoudbaar geworden, sedert het bij de in de laatste jaren te Utrecht verrichte diepe putboringen gebleken was, dat van zulk eene voortzetting geene bewijzen gevonden worden. Door het onderzoek van den bodem van het Eemdal is dit punt thans tot klaarheid gebracht. Hier rust de laag met zeeschelpen onmiddellijk op het erratische steenen bevattende diluviale zand. Te Amsterdam bevinden zich tusschen de daaraan beantwoordende lagen en de bovenvlakte der zandbedding nog vier lagen (VIII: harde kleimergel, IX: diatomeën-klei, X: leemmergel, XI: dichte kleimergel), die te samen eene dikte van omstreeks 15 tot 26 meters hebben. Dit bewijst alleen, dat, toen de deltavorming van de Eem begon, de zee, ter plaatse waar nu Amsterdam ligt, ongeveer even zooveel dieper was en dat het door de Eem in zee gevoerde slib eerst op grooteren afstand van haren mond werd medegevoerd om vervolgens daar te bezinken. Of men deze tusschenliggende lagen nog tot het diluviale of tot het alluviale tijdperk rekent, is tamelijk onverschillig, sedert men weet dat beide tijdperken geenszins door scherpe grenzen van elkander gescheiden zijn, maar allengs in elkander overgaan.

Dat het Eemstelsel als formatie merkelijk jonger is dan het jongste tertiaire stelsel in België, door DUMONT met den naam van Scheldestelsel (*Système Scaldisien*) onderscheiden, omdat het in den omtrek der Schelde bij Antwerpen te voorschijn komt, is in elk geval duideijk. Of de door mij onder Gorinchem op de diepte van 120 meters gevonden zeeformatie, welke zich nog minstens 60 meters dieper voortzet, tot dit Système scaldisien moet gebracht worden, is nog eenigszins onzeker *). Daarentegen is het thans met volkomen zekerheid uitgemaakt, dat dit stelsel op aanmerkelijke diepte onder Utrecht voorkomt. Dit is mij gebleken door het onderzoek der grondstalen die opge-

*) Men zie hierover: *De bodem onder Gorinchem*, in de *Verh. uitgegeven door de Commissie voor de Geol. Kaart*, Dl. II, blz. 104, en STARING, *De bodem van Nederland*, II, blz. 131 en 161.

bracht zijn bij de putboring aldaar op het Vreeburg, en van de zeer talrijke schelpen (*Turritella triplicata*, *Natica crassa*, *Natica helicina*, *Buccinum elegans*, *Buccinum elongatum*, *Buccinum labiosum*, *Fusus contrarius*, *Fusus corneus*, *Nassa reticulata*, *Pleurosoma seminarginatus*, *Cyprina islandica*, *Corbula planulata*, *Nucula margaritacea*, *Cardium edule*, *Mya arenaria*, *Tellina Benedenii*, *Tellina solidula*, *Tellina fabula*, *Lucina antiquata*, *Mytilus edulis*, *Astarte plana*, *Astarte Galeottii*, *Pecten opercularis*, *Pecten reconditus* e. a.), die aldaar gevonden zijn in de lagen, welke zich van 160 meters tot op 265 meters diepte (de grootste diepte waartoe de boor tot dusver is doorgedrongen) uitstrekken.

Een groot aantal der aldaar aanwezige soorten zijn dezelfde als die, welke in den Antwerpschen bodem en in den daarmede isochronen engelschen *crag* voorkomen. Later, wanneer het onderzoek afgeloopen is, hoop ik daarop terug te komen. Nu stip ik hier slechts aan, dat van de schelpen, die kenmerkend voor het Eemstelsel zijn, onder Utrecht geen sporen voorkomen. De bodem aldaar is derhalve, wat zijne vorming betreft, geheel onderscheiden van die van het Eemdal en van die onder Amsterdam.

Niet onwaarschijnlijk is het echter, dat, bij diepere boringen in het Eemdal, men daar eindelijk dezelfde laag met schelpen als die welke onder Utrecht voorkomt bereiken zoude. Men kan zelfs vermoeden, dat de boorput op de Zeister heide tot daartoe doorgedrongen is en dat het trouwens zeer gebrekkig bekend geworden schelpstukje, dat gevonden is op 161 meters diepte en aan een *Corbula* deed denken *), de aanwezigheid van die laag aldaar aanduidt. Echter is dit nog hoogst onzeker. Alleen latere onderzoekingen, in het werk gesteld wanneer wederom diepe putboringen in die streken daartoe de gelegenheid verschaffen, kunnnen dit vraagstuk doen uitmaken.

---

*) Men zie hierover: STARING, *De bodem van Nederland*, II, blz. 129.

# BIJDRAGE TOT DE KENNIS

VAN HET

# VISSCHENGESLACHT *XIPHOPHORUS* HECK.

DOOR

Prof. **H. WEYENBERGH.**

*Phil. nat. Dr.*

In 1843 is door Prof. J. J. HECKEL een geslacht uit Z. Amerika beschreven, onder den naam van *Xiphophorus*, en door hem in de familie der Poeciliën gerangschikt *). Het buisachtig paringsorgaan, bij de mannetjes aanwezig, gaf HECKEL tot den naam *Xiphophorus* gereede aanleiding.

Het geslacht behoort, zooals ik reeds zeide, in de kleine familie der *Cyprinodontoiden* of *Poeciloiden* te huis, eene familie der *Teleostei arthropterygii physostomi*, welke gewoonlijk als overgangsfamilie tusschen de *Salmonoiden* en *Cyprinoiden* in het systeem geplaatst wordt, in navolging van AGASSIZ.

Als familiekenmerken zij het voldoende mede te deelen, dat de tusschenkaak den geheelen bovensten mondrand vormt, evenals bij de *Cyprinoiden;* coeca en pijlorusaanhangsels ontbreken; zij hebben een rugvin en komen ook in lichaamsvorm en habitus met de Cyprinoiden overeen. Zij onderscheiden zich er

*) Zie *Sitzungsberichte der Kais. Akad. d. Wissenschaften zu Wien.* 3 Heft. Math. nat. Cl. 1848. p. 161–175 (2 Taf.). — (Het opstel is mij ontoegankelijk hier in deze binnenlanden, ik ken alleen den titel.)

[Op verzoek van den Heer WEYENBERGH heb ik de door hem gegeven beschrijving vergeleken met die, welke HECKEL gegeven heeft van de drie soorten van *Xiphophorus* (*X. Hellenii*, *X. dimaculatus* en *X. gracilis*), die alle drie leven in een kleine beek van het gebergte Orizaba, in Mexico. Het is mij daarbij gebleken, dat het door hem onderzochte vischje zonder twijfel tot dit geslacht behoort en dat het genoeg verschilt van elk der drie bekende soorten, om als eene nieuwe soort beschouwd te worden.] P. HARTING.

anderzijds van door de kleine tanden aan de kaken en op de bovenste en onderste keelbeenderen, waar die tandjes zeer dicht opeen staan, door het meerder aantal kieuwdekselvliesstralen (4—6) en door de enkelvoudige zwemblaas, waarmede geen gehoorbeentjes in verband staan; zij dragen groote schubben die zelfs den kop en de wangen, het kiemdekselvlies, ja, ook soms de borstvinnen bekleeden.

De voornaamste geslachten dezer familie zijn: *Anablebs* Art., *Poecilia* Schneid (= *Mollienesia* Lesueur (♂)), *Orestias*, Valenc., *Fundulus* Lacèp., *Gambusia* Poey, *Zygonectes* Agass., *Cyprinodon* Lacèp. (= *Lebias* Cuv.), *Tellia* Cuv., *Panchax* Valenc., *Aplocheilus* McL. en *Xiphophorus* Heck.

De drie eerste geslachten en het laatste komen alleen in Z. Amerika voor, de drie volgende alleen in N. Amerika, de beide voorlaatste in Azië (O.-Indië), terwijl eindelijk *Cyprinodon* in N. Amerika en Europa en *Tellia* in Afrika vertegenwoordigd zijn.

De soorten van deze geslachten zijn allen kleine dieren, meestal ter grootte van 4—10 centim. De grootste soort is 20 centim. lang (*Orestias Cuvieri* Valenc.).

Verscheidene geslachten zijn door belangrijke eigenaardigheden merkwaardig, waarover ik hier echter niet verder zal uitwijden; zoo b. v. de geslachten *Anablebs*, *Poecilia* en *Xiphophorus* doordat zij levendbarend zijn.

Reeds kort na mijne aankomst alhier trok eene soort van het geslacht *Xiphophorus* Heck., die ik *Xiphophorus Heckelii* noem, en welke in de rivier Primero en in de acequien alhier vrij talrijk te vinden is, mijne aandacht, en weldra vond ik ook exemplaren die in ver gevorderden staat van zwangerschap waren. Ter baring zoeken zij meest de kleine acequien op.

Eenmaal mijne aandacht op het diertje gevestigd hebbende, heb ik het tot een voorwerp van meer nauwkeurig onderzoek gemaakt, waarvan ik de resultaten hier kortelijk wil mededeelen, mij daarbij hoofdzakelijk bepalende tot de geslachtsorganen en de jongen.

Ter herkenning der soort moge het volgende voorafgaan.

De geelwitte kleur van den buik gaat naar de zijden in een glanzig grauw over, en men ziet daar gewoonlijk drie of vier

stippellijnen; die, welke het dichtst bij den rug liggen, zijn echter vaak onduidelijk doordat zij met de grijszwarte kleur des rugs versmelten; gewoonlijk zijn die stippellijnen ook aan de voorste helft des lichaams minder duidelijk dan aan de achterste helft. De rug is plat en, zooals ik reeds zeide, grijsachtig zwart; ook de kop is plat. De vinnen zijn allen klein en kleurloos. De breede, regelmatige staart is eer groot dan klein te noemen. De snoet is stomp.

De kleur dezer visschen biedt eenige verschillen aan; ik vond zeer donkere, bijna zwarte, en zeer lichte exemplaren. Bij de lichtere ziet men in elke schub van den rug een donkerder kern, hetgeen bij de donkergekleurden niet meer zichtbaar is, evenals bij dezen dan ook de straks vermelde stippellijnen onduidelijker worden. De wijfjes zijn veel grooter dan de mannetjes, en bij de laatsten zijn de stippellijnen gewoonlijk duidelijker en de vorm zijdelings platter. De lengte van een wijfje is gewoonlijk 6 à 6$^1/_2$ centim., die van een mannetje zelden meer dan 4 à 4$^1/_2$ centim.

Dat de schubben groot zijn, heb ik reeds bij de familiekenmerken medegedeeld, en om dien verschillenden vorm van schubben uit verschillende gedeelten der huidbekleeding te doen uitkomen, heb ik een drietal mikroskopische afbeeldingen toegevoegd. Figuur 9 is een schub van de zijden; men ziet dat de concentrische strepen hier zeer dicht op elkaâr liggen en de kammen der schub als 't ware gezamenlijk uit de kern ontspringen en zich dan waaiervormig naar den vrijen rand uitbreiden. Om de kern ziet men duidelijk de beenstructuur optreden, eenige beenligchaampjes n. l. vertoonen zich, hetgeen vooral bij de foetus zeer duidelijk in het oog valt en, zooals bekend is, in vischschubben eene zeldzaamheid is. In verhouding tot de grootte des diers hebben de Cyprinodonten de grootste schubben, en dat deze alzoo beter dan andere vischschubben de beenstructuur vertoonen is niet zoo verwonderlijk.

In figuur 10, eene schub der rugstreek, ziet men niet alleen een anderen vorm, maar ook een eenigszins gewijzigde structuur; de concentrische streepen staan hier veel verder van elkaâr, de kern is grooter, en de kammen, wel verre van tot de kern te raken, zijn kort en meer in getal. Ook hier zijn

enkele beenlichaampjes, hoewel meer onder dan rondom de kern verstrooid, duidelijk waar te nemen.

In figuur 11 eindelijk ziet men eene schub der buitenzijde, die meer den cirkelvorm nadert, terwijl de kammen in aantal en plaatsing weder meer tot die van de schub der zijde naderen. Deze schubben zijn zeer helder, en beenligchaampjes zijn er niet in te zien. De kern echter is troebeler dan die der vorigen. De kammen van alle schubben vertoonen golfvormige, dicht op elkander geplaatste lijntjens, zooals verder uit mijne figuren te zien is.

Figuur 4 geeft den doorsnedevorm van den visch, doorgesneden onder de maag, en fig. 5 bij doorsnede op eenigen afstand van den staart. Opent men den visch door haar van uit den anus naar de beide zijden open te knippen en dan vervolgens de snede aan de zijden tot aan de kieuwopening te vervolgen en het afgesneden stuk weg te nemen, dan ziet men den darm in eene sterke kronkeling liggen en terzijde, rechts van het rectum, komt het ovarium (de uterus) even te voorschijn, overigens blijft dit onder den darm verborgen. De darm verwijdt zich eenvoudig tot een maag zonder blinden zak of pylorus-aanhangsels. Is de maag gevuld dan treedt het verschil tusschen maag en darm een weinig duidelijker op; in leegen toestand is het verschil tusschen maag en darm bijna niet merkbaar. De platte, onregelmatig-vierkante lever bedekt de maag gedeeltelijk. Zie figuur 1.

In figuur 2 ziet men het rectum en het tegen het rectum aanliggend onderst gedeelte van den eileider, beiden uitmondend in eene kleine ruimte, een voorhof die als cloaca te beschouwen is. Men ziet in figuur 2 den visch alzoo van terzijde. In figuur 8 heb ik den bodem van de cloacaal-ruimte voorgesteld; de opening van den anus is grooter en ronder dan die van de geslachtsorganen, welke laatste daarenboven ten deele in plooien verborgen ligt.

In fig. 6 ziet men de cloacaal-opening van buiten, in gesloten toestand; de golfvormig gebogen onderlip heft zich bij de sluiting een weinig omhoog, en de bovenlip valt als een ooglid toe, totdat zij de onderlip raakt. Het geheel is als door een randje omgeven. Na den dood staat de opening meestal open

en doet zich dan voor als in fig. 7; de onderlip trekt zich bij het openen een weinig terug, terwijl de bovenlip volkomen opgetrokken is; de genitaalopening is hier nog door de onderlip bedekt. In figuur 8 zijn de onder- en bovenlip kunstmatig en met geweld van elkander verwijderd om de genitaalopening te doen zien.

Figuur 1 is iets meer dan natuurlijke grootte, figuur 2 nog iets grooter en de figuren 6, 7 en 8 zijn zeer vergroot.

Neemt men bij het openen van den visch het buikvlies niet weg, dan ziet men het als een aan de buitenvlakte zilverglanzig vlies de gezamenlijke ingewanden bedekken; aan de binnenvlakte is het zwart met paarschen weêrschijn.

De uterus — of, wil men, — de tot marsupium vervormde eileider en eierstok is een lang flauw gebogen orgaan, aan den verbreeden top door een sleufje een spoor van deeling in twee ongelijke deelen vertoonend; het grootste dezer deelen steekt boven het kleinere uit. Aan de rugvlakte van den top is een dunne maar sterke band bevestigd, die het geheele orgaan steun en stevigheid geeft door zich aan de maag en het onderste gedeelte van den oesophagus te hechten. De top van den uterus reikt ongeveer tot aan de maag. Ik heb dit deel in iets meer dan dubbele grootte in figuur 3 afgebeeld.

Dat niet, zooals bij enkele andere visschen, b. v. bij de baars, bij *Zoarces viviparus*, *Orthragoriscus*, enz slechts één eierstok tot ontwikkeling is gekomen en de andere rudimentair is gebleven, maar integendeel dit ongepaarde orgaan hier ontstaan is door vergroeiing, versmelting der beide eierstokken, gelijk ook bij *Anapleps*, *Balistes* en anderen het geval is, blijkt uit deze sleufvormige insnoering aan den top duidelijk, al blijkt er ook tevens uit dat de linker niet zoo ontwikkeld is, kleiner is gebleven voor de vergroeiing dan de rechter.

De ruimte, die in de buikholte tusschen, vooral terzijde van de ingewanden open blijft, is vrij aanzienlijk; vooral achter den uterus is deze ruimte belangrijk. Door deze inrichting is het mogelijk, dat de uterus in zijn sterkste uitzetting, als hij geheel met jonge vischjes is gevuld, toch in de buikholte besloten kan blijven, zonder drukking op de andere organen uit te oefenen. Daar in den tijd der zwangerschap ook de buikwanden

zich nog merkbaar uitzetten, de visch dikbuikig wordt, zoo is er dus voor eene voldoende ruimte voor de jongen gezorgd.

Ik vond in ver gevorderden staat van zwangerschap de jonge vischjes tot onder het begin van het kieuwdekselvlies en achterwaarts tot onder de rugvin. Meestal waren de jongen bij de dertig in getal en bij hunne geboorte bijna 1,5 centim. lang, maar zeer dun, hoogstens 2,5 millim. breed.

In figuur 12 heb ik de ligging der ingewanden en den uterus, van de zijde gezien, voorgesteld. Men denke zich dit stuk als ongeveer passend op de gedeelten der ingewanden, die men in figuur 2 ziet. In figuur 12 is de darm onder de maag afgeknipt.

De volgende figuren hebben op de geslachtsorganen en de ontwikkeling der jongen betrekking.

Om de cloaca ziet men gedurende het leven dikwijls een roodachtige kleur.

De ovariën hebben uitwendig een roodachtig geele kleur, aan den top iets donkerder dan aan het overig gedeelte. Het geheel is een zeer dikwandig orgaan, althands in onbevruchten toestand, met enkele spiervezelen in den wand, die overigens uit bindweefsel en bloedvaten bestaat. Opent men het orgaan overlangs, dan ziet men dat deze dikwandigheid ontstaat doordat het inwendig bekleedsel in talrijke overlangsche plooien ligt, waarvan drie zich als hoofdplooien vertoonen. De grootste van deze drie is die, welke overeenkomt met het sleufje uitwendig aan den top, en die zoo het geheel in twee ongelijk groote helften bijna verdeelt. De grootste dezer helften, de rechter, is door een groote plooi nog eens in tweeën gedeeld, terwijl de derde hoofdplooi, waardoor in mijne figuur 13 juist de snede gemaakt is, schuin tegenover de eerste ligt. Deze plooien verdeelen alzoo de inwendige holte in drieën, welke drie deelen dan bijna even groot zijn. Het blijven echter dikke plooien en geene tusschenschotten. De doorsnede doet zich dus voor zooals figuur 18 vergroot voorstelt, met een holte, een kanaal, in het midden. Tusschen deze hoofdplooien liggen eene menigte kleineren, die zoo talrijk zijn, dat zij meestal naast elkander liggen. Als het orgaan zich bij bezwangering uitzet, verdwijnen de meeste dezer kleinere plooien en de inwendige hólte wordt alsdan dus grooter.

De geheele uterus is van een weivliesachtig vlies omgeven, welks dunheid eerst bij volkomen zwangeren toestand recht duidelijk wordt; het is dan zoo dun en helder, dat men de jonge visschen geheel er doorheen kan zien, bijna alsof er niets om hen henen was; althands op zeer enkele plaatsen is dit zeer sterk.

Aan den top dragen de hoofdplooien klierachtige, in lobjes verdeelde organen, de eigenlijke ovariën, waarin de eieren ontstaan, alleen het bovenst gedeelte is dus als ovarium, het overig gedeelte als een tot uterus of marsupium gewijzigde oviduct op te vatten. De eieren liggen binnen in folliculi in dit stroma, dat hoofdzakelijk uit bindweefsel en vaten bestaat, tot zij rijp worden, en treden dan naar buiten; de vorm is, voordat zij naar buiten treden, eenigszins ovaal, zoodra zij naar buiten treden rond; voor zij naar buiten treden ziet men er in eene fijn-korrelige massa, zoodra zij naar buiten zijn getreden ziet men duidelijk kleine cellen. Zie figuur 14 en 15, die beiden op dezelfde schaal geteekend zijn. De grootte van het ovulum, zoodra het naar buiten in de holte van het marsupium treedt, is 0,25 in millim. in diameter.

In figuur 16 ziet men bij mikroskopische vergrooting zulk een gedeelte van de aan de plooien bevestigde eierstokken met de folliculi er in, terwijl die, welker eieren op het punt zijn van tusschen de lobjens naar buiten te treden, iets grooter zijn geteekend. Zoodra de eitjes vrij in het marsupium liggen, dalen zij min of meer naar het achterste (onderste) gedeelte af, waar zij vervolgens tusschen de plooien blijven vastzitten, zooals ik in figuur 13 tevens heb voorgesteld; daar vangen zij spoedig aan zich te ontwikkelen.

Ik heb echter nooit in de moeder zooveel jongen gevonden als ik eieren in de ovariën zag, en daaruit maak ik op, dat vele eieren verloren gaan, doordien zij tot het eind van den oviduct door loopen, dus niet tusschen de plooien vast raken, en in het water vallen en te gronde gaan. Misschien worden er ook gereabsorbeerd.

Een eitje, zooals het is, als het zich reeds tusschen een plooi heeft vastgezet, ziet men in figuur 17 zeer vergroot. De wand heeft zich dan duidelijk afgezet en vertoont eene mikro-

pyle, die in vorm en voorkomen eene groote overeenkomst vertoont met die van het ei van Cyprinus-soorten. De inhoud is min of meer doorschijnend geworden, vooral in 't midden, behalve de excentrische kern en het kernlichaampje, ziet men er in eenige onduidelijke cellen. Bij beginnende ontwikkeling wordt het ei troebel en geelachtig, en kort daarna wordt de plaats der kiemschijf ondoorzichtig, terwijl in den voedingsdooier enkele bolletjens duidelijker optreden, totdat na weinige dagen de kiem den eigenaardigen kap-vorm begint te vertoonen, die zich allengs zijwaarts uitbreidt en verder ontwikkelt. De bijzonderheden der latere ontwikkeling der eieren zullen wij hier niet verder vervolgen, daar zij den algemeen bekenden gang der ontwikkeling der eieren der teleostiers volgen *) en mij geene bijzondere afwijkingen of eigendommelijkheden te dien opzichte zijn voorgekomen.

De plooien in den uterus nemen bij de ontwikkeling der eieren in omvang toe, worden aan de binnenzijde vlokkig en bloedrijker en zoo los van weefsel, dat de jonge vischjes er in gewikkeld liggen als tusschen watten. Het is eene uitzondering als tusschen twee foetus geen vlokje zich bevindt, al is het ook somtijds zeer klein. Het is echter niets meer dan inwikkeling, daar van eene nauwere verbinding tusschen deze vlokkige massa en de jongen geen spoor is waar te nemen.

Van een eigenlijk uitkomen, „ausschlupfen" der eieren kan geen sprake zijn, integendeel zou ik geneigd zijn aan te nemen, dat tegen den tijd dat de eischaal te klein zou worden voor het jonge dier, die eischaal (membrana vitellina) als van zelf verdwijnt, geabsorbeerd wordt, en zoo doende de vischjes vrij komen te liggen tusschen de plooien en vlokken des marsupiums. Als zij alsdan pas vrij zijn geworden, zijn zij ten deele nog zeer onvolmaakt, bestaande uit een dik kopeinde, terzijde de zwarte oogstippen vertoonend en een snel dun-wordend staarteinde. Van appendiculaire organen is dan nog niets te zien dan eenige spleten aan de buikzijde, en het darmkanaal is als een

*) Zie o. a. LEREBOUILLET, in *Ann. d. Scienc. nat. Zool.*, 4me. série XVI (1861) p. 124, etc.

blaasachtig orgaan aangeduid, terwijl een gedeelte des voedingsdooiers nog in de buikholte is waar te nemen. De grootte van het embryo, dat men eigenlijk reeds foetus mag heeten, is dan 2,5 millim.

De ontwikkeling van het embryo moet na de bevruchting snel voortgaan; naar mijne schatting verloopt tusschen de bevruchting en het vrij worden van het embryo, d. i. tot het de boven aangegeven grootte heeft, twee à drie weken, of ongeveer 20 dagen. De jongen vindt men in verschillende grootte in de moederdieren van het laatst van September tot half December, het meest in November en 't laatst van October.

De grootte en het ontwikkelings-stadium der jongen in hetzelfde dier loopt niet ver uiteen, zoodat naar mijne berekening tusschen de beginnende ontwikkeling van het eerste en die van het laatste ei hoogstens een vijftal dagen verloopt. Is het foetus (fig. 19) eenmaal vrij geworden, dan gaat het snel voort te groeien; na een week is het dan zooals figuur 20 en 21 vertoont en van de daarbij aangegeven grootte. Het gelijkt dan enigzins op eene kikvorsch-larve; de dikke kop gaat snel in een spits staarteinde over, de oogen beginnen uit te puilen en een zwarte middenstip (pupil) te vertoonen; voor de oogen vertoont zich een lijntjen, dat het bekgedeelte van den kop afscheidt, en het geheel is als van een wijde huidplooi omgeven. Ziet men zulk een foetus van terzijde, als in figuur 12, dan ziet men duidelijk de buikholte als een lange, driehoekige ruimte en daarvoor de achterlijn van de kieuwdeksels. In een moedervisch, die ik in dit tijdperk opende, vond ik ook eenige foetus met omgekruld staarteinde als in figuur 22; hier was de lijn, die het bekgedeelte afscheidt, nog niet te zien. De foetus zijn dan geheel blaauwachtig wit en weinig doorschijnend, behalve de buikholte, die nog zeer glazig schijnt (de volwassen visschen daarentegen zijn tegen het licht gezien, zeer doorschijnend).

Met het grooter worden der jongen houdt nu de zwelling, uitzetting, en het doorschijnend-worden van het marsupium gelijken tred, zoodat het in de volgende week zich vertoont, in grootte en vorm, zooals in figuur 26 is afgebeeld. Men ziet dan de groote, zwarte oogen der foetus duidelijk doorschijnen, evenals van diegenen, welke met den kop nabij den buiten-

wand van het marsupium liggen. Daar, waar de dikste plooien zich bevinden, d. i. aan de achterzijde, is dit minder duidelijk.

De foetus zelve vertoonen zich alsdan zooals figuur 23 en 24 voorstelt; de dubbele huidzoom is zoo goed als verdwenen, de vinnen, vooral de staartvin, beginnen duidelijk te worden; de oogen zijn groot, puilen sterk uit en vertoonen duidelijk reeds een iris en pupil; het bekgedeelte is niet meer door een lijn afgescheiden, maar neemt allengs vóór de oogen een stomp toegespitste gedaante aan; achter de oogen is het lichaam nog zeer breed en bol, met eene geringe afplatting op het midden van den rug. De breedte versmalt naar achteren snel en gaat zijdelings platgedrukt, in een dunnen, spitsen staart over, die vooral vóór de staartvin zeer dun is. Ziet men de foetus uit dit tijdperk van terzijde, zooals in figuur 23, dan bemerkt men duidelijk de kiemspleet, die trouwens reeds vroeger te zien was ziet nog duidelijk de spleten aan de buikzijde, rudimentair borst en buikvinnen, terwijl het blauwachtig-doorschijnend darmkanaal duidelijker omtrekken begint te vertoonen. In dit tijdperk ziet men vervolgens de kleur der vischjes meer blauwachtig worden en in de opperhuid zich multipolaire, onregelmatig stervormige zwarte stippen ontwikkelen, die, naar het schijnt in kleine plooitjens liggen. Reeds in de periode van figuur 24 ziet men dergelijke stipjens, maar hier treden zij talrijker en duidelijker op. Het schijnt, dat zij de eerste aanleg zijn (pigment) der zwarte stippellijnen op de zijden van den visch. De differentieering van alle ingewanden en de geslachtsorganen wordt nu duidelijker, hetgeen allengs echter moeilijker wordt waar te nemen daar de ontstaande huidbekleeding, de schubben, het dier ondoorschijnender maken. Gedurende dit tijdperk is de huidbekleeding minder doorschijnend en minder helder dan later bij de volwassen vischen.

Spoedig neemt nu de foetus een vorm aan, die den vorm der moeder naderbij komt en de vinnen duidelijker laat zien het breede voorste gedeelte des lichaams krimpt evenveel, als het daarachter gelegen tot dusver dunne gedeelte uitzet, zoodat de vorm regelmatiger wordt; de oogen treden dieper in de oogholten, puilen minder uit; zoodat tegen het eind der zwanger

schap de vorm aanwezig is, dien figuur 27 vertoont, met de daarbij aangegeven grootte. De uterus is dan iets langer (weinig) en tweemaal zoo breed als figuur 26, zoodat de vorm ronder is en de doorschijnendheid zoo zeer toeneemt, dat men de foetus geheel ziet liggen, ja zelfs in een glas met helder water, door den doorschijnenden buik der moeder heen, hen in den uterus kleine bewegingen ziet maken. Het doorvallend zonlicht moet dan natuurlijk zeer sterk zijn.

Den geheelen duur der zwangerschap, van de bevruchting van het ei tot de geboorte der jongen, rekenende dat de bevruchting plaats vindt in den tijd die verloopt tusschen het vrij worden van het rijpe ei en het vastzetten van dit ei in de plooien van het marsupium, schat ik op ongeveer 6 à 7 weken. Het aantal jongen varieert gewoonlijk tusschen twintig en dertig *).

De paring heb ik niet waargenomen maar de opmerking gemaakt dat het aantal wijfjes het aantal mannetjes wel vijfmaal overtreft, zoodat gewis de mannetjes achtereenvolgens met meerdere wijfjes paren.

Zijn eindelijk de jonge vischjes geboren, dan zien zij er uit zoo als figuur 25 vertoont, met de daarbij gevoegde grootte. Eene beschrijving van deze te geven schijnt mij overbodig na de soort-beschrijving der volwassenen vischen hierboven; alleen voeg ik nog een paar aanteekeningen omtrent de mannetjes hierbij. Deze zijn over 't algemeen bijna $^1/_3$ kleiner dan de wijfjes, slanker gebouwd en donkerder van kleur. Ook de testes zijn tot een onparig orgaan versmolten. Zij zijn kort maar breed, plat en grootendeels tegen den rechter buikwand gelegen; zij reiken dus niet tot aan de maag, zooals het ovarium bij de wijfjens, maar slechts tot aan de tweede darmbocht. De spermatozoiden zijn

*) Toen deze regelen reeds geschreven waren, kwamen mij eenige kleinere, half volwassen — voor zoover men het woord „volwassen" bij de steeds doorgroeiende vischen, en de gewone grootte als vorm aannemende, gebruiken kan — exemplaren ter hand, die tot mijne verwondering ook reeds zwanger waren. Bij voortgezet onderzoek vond ik nu zelfs exemplaren van niet meer dan $^1/_4$ der aangegeven grootte, zwanger, en bemerkte dat het aantal jongen met de grootte der moeder gelijken tred houdt. In de kleinste vond ik slechts twee jongen, in iets grootere vier, zes, acht, tien en zoo vervolgens.

draadvormig met een nauw bemerkbaar verdikten top. De verhouding van anus, genitaalopening en cloaca is als bij de wijfjes en komt met figuur 8 overeen, met dit belangrijk verschil echter dat de geslachtsopening niet zichtbaar is, daar de cloaca zich over deze voortzet in een buisvormig orgaan; vóór deze buis komt dus de anus-opening vrij te liggen. Deze langzaam vernauwende buis is ongeveer 8 millim. lang en wordt gesteund door de laatste straal der aarsvin, terwijl de overige stralen dezer vin tot die buis zelf vergroeid zijn. Wanneer het mannetje een wijfje vervolgt, ziet men deze buis zich sterk bewegen, zoodat de punt naar voren en achteren en vooral naar de beide zijden zich kromt.

Men ziet in figuur 28 en 29 dit deel afgebeeld; fig. 28 is anderhalf maal vergroot en fig. 29 ongeveer driemaal. Bij de mannetjes ligt de anus-opening alzoo bijna onder de buikvinnen verborgen, te meer daar deze hier met de binnenranden aan elkander grenzen.

Ik vermoed dat bij de paring de punt der buis in de vrouwelijke cloacaal-opening treedt en zoo ter bevestiging der dieren aan elkander en vooral ter geleiding van het sperma dient, terwijl bij de paringsacte het mij door de buigzaamheid van deze buis mogelijk schijnt, dat de dieren naast elkander zich bevinden en voortzwemmen. Buiten den paartijd zijn de testes zeer klein.

Wellicht gelukt het mij later de paring waar te nemen, ik heb echter gemeend met de publiceering dezer aanteekening niet daarop behoeven te wachten.

Het was mij bekend, dat DUVERNOY een artikel geschreven heeft over de ontwikkeling van eene andere *Poecilia* en wel uit Suriname, *Poecilia surinamensis* Valenc., en mocht gaarne, hetgeen hij omtrent deze soort mededeelt, met mijne waarnemingen vergelijken. Zijn opstel is in verschillende tijdschriften verschenen, maar geen dezer had ik, helaas, hier tot mijne beschikking *), wat gemis niemand, die de binnenlanden van Zuid

*) G. L. DUVERNOY. Observations pour servir à la connaissance de la *Poecilia surinamensis* Val. (*Compt. rend. de l'acad. des Sc. Paris.* T. 18. p. 667—671 720—723. (1844) — *L'Institut.* XII. (1844) No. 540. p. 158).

Amerika, waar men geene andere literarische hulpmiddelen heeft dan die men zelf meêbrengt, kent, zal verwonderen. Ik richtte mij alzoo tot den hooggeleerden Heer Dr. H. BURMEISTER, directeur van het museum in Buenos-Aires, met het vriendelijk verzoek, zoo mogelijk, mij met zijne zoologische bibliotheek te hulp te komen. Daar echter geene boeken dezer bibliotheek buiten de stad mogen gezonden worden, schreef Dr. BURMEISTER mij, dat het deel der *Annales des sciences naturelles*, waarin het onderwerp het uitvoerigst door den schrijver behandeld wordt, gelukkigerwijze wél in de bibliotheek voorhanden was, maar hij zich tot eene schriftelijke mededeeling van den inhoud, wegens het zoo even medegedeelde verbod, bepalen moest, weshalve hij mij verzocht eenige vragen te doen, omtrent hetgeen ik van den inhoud weten wilde, die hij alsdan zou beantwoorden. Op de daarna gedane vragen had Dr. BURMEISTER de goedheid mij het volgende uittreksel uit DUVERNOY's arbeid mede te deelen, waarvoor ik hem mijn bijzonderen dank betuig.

Dr. BURMEISTER schrijft mij: „*Poecilia surinamensis* Val. wurde von DUVERNOY in zwei Exemplaren trächtiger Weibchen untersucht. Seine Arbeit dehnt sich hauptsächlich über die Entwickelung der Eier im Eierschlauch aus und enthält von der Anatomie des Fisches nur ganz allgemeinen Angaben, z. B. dass der Eierstock ein einfacher (nicht doppelter) Sack und der Oviduct ein kurzer gerader Gang sei. Abgebildet ist der geöffnete Fisch im Umriss, etwa zwei Zoll lang, und der Embryo in seinen verschiedenen Entwickelungs-Stadiën vergrössert. Histologische Angaben und Abbildungen fehlen, nur die Zähnen und die Kiemenbogen sind stark vergrössert dargestellt. Ueber Copulation und Austritt der Jungen ist nichts gesagt. Die Beobachtungen scheinen nur an in Weingeist aufbewahrten Exemplaren gemacht zu sein, denn nirgends sind andere als die äus-

---

G. L. DUVERNOY. Sur le développement de la *Poecilia surinamensis*. Val. (avec 1 Pl.). (*Ann. Sc. nat.* 3e Sér. *Zool.* T. I. (1844) p. 313—360).

G. L. DUVERNOY. Ueber die Entwickelung von *Poecilia surinamensis* Val. (mit Abbild.) FRORIEP's *N. Notiz.* Bd. 32 (1844) N°. 688. p. 1—8. N°. 684. p. 17—25. N°. 685. p. 33—40. N°. 686. p. 49—56. N°. 687. p. 65—71, en N°. 688. p. 81—86.)

seren Formen der Organen dargestellt und behandelt. Die ersteren sind alle auf der Tafel, aber nur ziemlich allgemein, in Umrissen, abgebildet,"

Het blijkt dus dat mijne lezers, die ook DUVERNOY's arbeid kunnen naslaan, onze waarnemingen over de ontwikkeling der eieren kunnen vergelijken, wat voor de overige zaken bij DUVERNOY's „Allgemeine Angaben" waarschijnlijk moeilijker zal zijn. De bouw van ovarium en oviduct schijnt, althands wat uitwendigen vorm aangaat, veel overeenkomst te vertoonen. Ter vergelijking der tanden heb ik in figuur 30 en 31 de tanden der hier door mij beschrevene soort afgebeeld; ik geloof, na het in den aanvang bij de familie-kenmerken gezegde, hier over de tanden verder niet te behoeven uitteweiden en te kunnen volstaan met de mededeeling, dat er in de bovenkaak meer zijn dan in de onderkaak en alle kaaktanden driepuntig zijn, terwijl de tanden der bovenste en onderste keelbeenderen éénpuntig zijn.

In de bovenkaak is, na de eerste vijf grootere tanden, de rij afgebroken en gaat, na tusschenvoeging van enkele kleinere, weder voort, zoodat dan weder twee grootere en een paar kleinere volgen. Ook tusschen (achter) de grootere staat hier en daar een kleinere tand, als 't ware een tweede rij vormend. Hetzelfde is ook het geval in de onderkaak; het aantal groote tanden der eerste rij is hier echter zeven, weder door een paar kleinere gevolgd. In figuur 30 ziet men de tanden der onder- en der bovenkaak van ééne zijde (*a* onder en *b* bovenkaak). In figuur 31 ziet men de tanden der bovenste keelbeenderen bij *a* en de zeer kleine tandjes der onderste keelbeenderen bij *b*, weder slechts van ééne zijde.

Ten slotte een enkel woord over de baring, die ik gelegenheid had waar te nemen.

Reeds eenige malen was het mij voorgekomen, dat ik, denkende dat de baring eerst na eenige uren zou plaats hebben, des morgens onaangenaam verrast werd door de ontdekking, dat zij reeds afgeloopen was gedurende den nacht, en alzoo aan mijne waarneming ontgaan was. Zij schijnt alzoo steeds gedurende den nacht plaats te hebben, en toen ik bij een exemplaar weder de baring binnen eenige uren verwachtte, ging ik niet naar bed, maar bleef een gedeelte van den nacht bij

het vloeibaar kraambed waken, met al de zorg en het gedald eenen accoucheur eigen

Is de zwangerschap haar einde genaderd dan wordt de buikvlakte van den visch zeer plat, en de uitwendige genitaliën beginnen als een klein knobbeltje uit te puilen ; de uitpuiling wordt sterker en de aarsvin verwijdert zich meer en meer van het lichaam. In dit tijdperk is de visch zeer rustig en ontleedigt het darmkanaal van drekstoffen. Dit tijdperk duurt een paar uren. Eindelijk ziet men de randen der genitaal-opening van elkander wijken, en de visch begint zich meer te bewegen ; men ziet haar met den buikwand duidelijk persende bewegingen maken, met den staart slaan en vooral vaak achteruit zwemmen, naar het schijnt om de drukking van het water op den buikwand te vermeerderen, wat het gevolg moet zijn, wanneer niet de dikke kop, maar de platte staart, het water klieft.

Daarna treedt de kop van een vischje langzaam naar buiten, en, zoodra de kop buiten is, schiet het overig gedeelte des lichaams in een oogenblik naar buiten, het vischje valt op den bodem om in hetzelfde oogenblik, snel met het staartje heen en weêr slaande, zich naar de oppervlakte te begeven, waar het eenigen tijd blijft rondzwemmen, om daarna pijlsnel in alle richtingen door het water te dartelen, zonder dat de moeder er zich verder om bekommert. Tot op het vallen op den bodem is het jonge diertje geheel lijdelijk. Bij de baring zelve staat bij de moeder de aarsvin bijna in een rechten hoek met het lichaam.

Na de geboorte van elk vischje sluit zich de genitaal-opening weder een weinig en de hoek der aarsvin wordt weder ietwat kleiner; spoedig echter begint het proces van nieuws aan en gaat dan iets sneller dan de eerste maal. Zoo gaat het steeds voort, zoodat in den tijd van zes uren een twintigtal vischjes geboren waren.

Opent men een drachtigen visch, dan ziet men dat niet alle vischjes met de koppen naar de genitaalopening der moeder gekeerd liggen, maar, zooals ik reeds boven mededeelde, enkelen ook met den staart naar achteren zijn gericht. Deze worden in deze ligging ook geboren, zoodat dan de staart het eerst te voorschijn komt.

Het schijnt intusschen dat zulk een geboorte voor den moedervisch veel moeilijker en bezwaarlijker is, wegens het dan nakomend dikke hoofd en doordien de schubben, hoe klein en dun ook nog bij het jonge dier, ook eenigen weêrstand bieden: althans in zulk een geval gaat de baring veel langzamer, en blijkbaar perst de visch veel sterker. Is eindelijk de jonge visch op den kop na geboren, dan vangt in dit geval deze aan mede te werken door met het gedeelte des lichaams dat dan reeds vrij is, heen en weer te slaan, totdat de kop er uitschiet. Betrekkelijk zijn de staartliggingen echter zeldzaam.

Bij eenen visch, waar een foetus in de staartligging reeds dadelijk op de eerste volgde, scheen de opening nog niet genoeg verwijd te zijn, want ik vond des morgens den moedervisch dood, met een op den kop na geboren jong uit het lijf hangend.

Na elke zes tot acht baringen volgt een langere rust, van ongeveer een half uur.

Er blijven dikwijls een paar nog niet volkomen rijpe foetus in het bovenste gedeelte van den uterus zitten, die dan na een paar dagen eerst ontlast worden.

Hebben reeds vele baringen plaats gehad, dan gaan de staartliggingen bijna even gemakkelijk als de kopliggingen, zelfs nam ik het gecompliceerde geval waar, dat twee staartjes tegelijk uit de door de voorgaande baringen reeds zeer verwijde opening te voorschijn kwamen, en hoewel met veel moeite en langzaam, de twee vischjes (één dood) bijna tegelijk geboren werden. De kop van het eene geraakte allengs tegen het halsgedeelte van het andere, door dat het eene iets sneller dan het andere uitzakte, en daardoor werd de moeilijkheid, dat de twee koppen tegelijk door de opening moeten, weggenomen. Een dergelijk geval waar een staart en een kop tegelijk voorkwamen, ging gemakkelijker.

Na de baring trekt zich de uterus te zamen en, is hij geheel ledig, dan heeft hij bijna dadelijk den gewonen omvang, als in onbevruchten toestand. Van een nageboorte of zoo iets heb ik niets bemerkt; het schijnt dus dat de vlokkige massa aan de plooien van den uterus bevestigd blijft en geresorbeerd wordt.

Na de baring is het te zien, dat de visch zeer afgemat is.

Ongeveer een derde der jonge vischjes werd dood geboren of stierf spoedig na de geboorte, vooral bij de staartliggingen, als de kop wat lang in partu gestaan had.

De vermenigvuldiging dezer soort is alzoo in verhouding tot andere visschen, niet sterk, Misschien intusschen is de verhouding met de kuitleggende visschen, die vaak millioenen eieren leggen, niet zoo ongelijk als het schijnt, daar wij nog niet met zekerheid weten hoe weinig dezer eieren misschien slechts uitkomen of als jongen nog in den strijd des levens gespaard blijven.

Reeds een paar dagen vóór men de baring voorziet, kan men door het openen van den buik, de jongen als door keizersnede te voorschijn brengen; de moeder gaat natuurlijk daarbij te gronde, maar de jongen blijven in het leven en zwemmen dadelijk lustig rond.

*Cordova*, December 1873.

---

## VERKLARING DER AFBEELDINGEN.

Figuur 1. De visch geopend.
*e.* lever, *m.* maag, *d* darm, *r* rectum, *o* ovarium.

„ 2. Ondergedeelte van den visch, van terzijde geopend.
*o* ovarium, *r* rectum, *c* cloaca.

„ 3. Het ovarium.

„ 4. Doorsnede-vorm van den visch, aan zijn dikste gedeelte.

„ 5. Doorsnede-vorm van den visch, vóór den staart.

„ 6. De gesloten cloacaal-opening.

„ 7. De geopende cloacaal-opening.
*p* bovenlip, *q* onderlip, *a* anus.

„ 8. De bodem dezer opening.
*a* anus, *b* genitaal-opening.

„ 9. Eene schub, van de zijde.

„ 10. Eene schub van den rug.

„ 11. Eene schub van den buik.

„ 12. Geïsoleerde darm en ovarium.
*d* darm, *r* rectum, *o* ovarium.

Figuur 13. Geopende uterus.
*a* eigenlijk ovarium, *b* tot uterus gewijzigde oviduct.

„ 14. Rijp ei.

„ 15. Onrijp ei.

„ 16, Een gedeelte van een eierstok-lob.

„ 17. Ei, bij beginnende ontwikkeling.

„ 18. Doorsnede van den uterus.

„ 19. Jong vischje, als het pas vrij is geworden in den uterus.

„ 20. Jong vischje, een week later.

„ 21. Hetzelfde, van terzijde gezien.

„ 22. Een zelfde, met omgekruld staarteinde.

„ 23. Jonge visch van weder een week later, van terzijde.

„ 24. Dezelfde, van de rugzijde.

„ 25. De jonge visch, bij de geboorte.

„ 26. De zwangere uterus, uit hetzelfde tijdperk als figuur 23 en 24.

„ 27. De jonge visch, een paar dagen vóór de geboorte.

„ 28. Achterhelft van een manlijken visch, met paringsorgaan.

„ 29. Het paringsorgaan, meer vergroot.
*o*. straal der aarsvin.

„ 30. Het tandstelsel.
*b* de tanden der bovenkaak, *a* die der bovenkaak.

„ 31. Tanden der onderste en bovenste gehemeltebeenderen.
*a* die der bovenste, *b* die der onderste keelbeenderen.

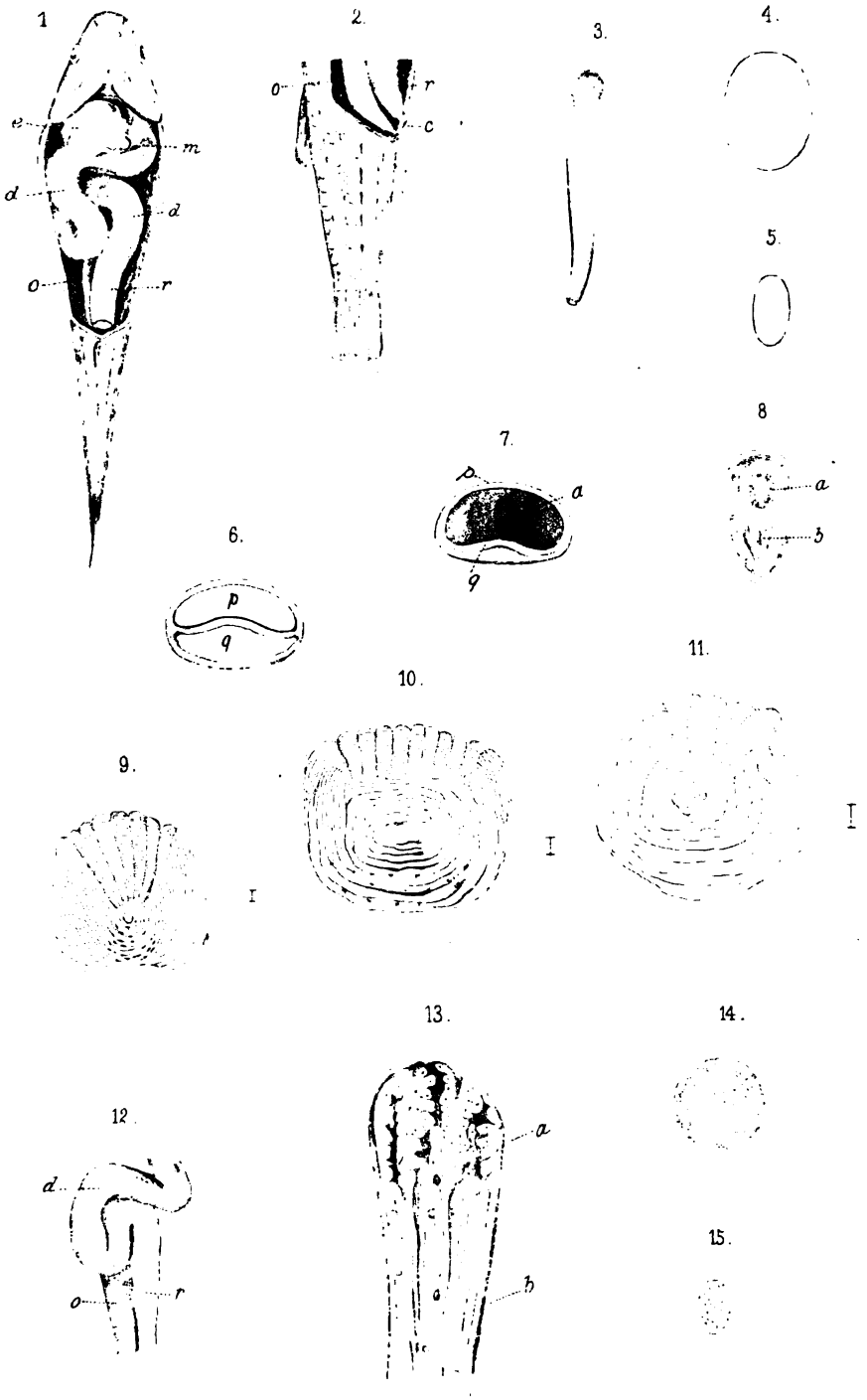
---

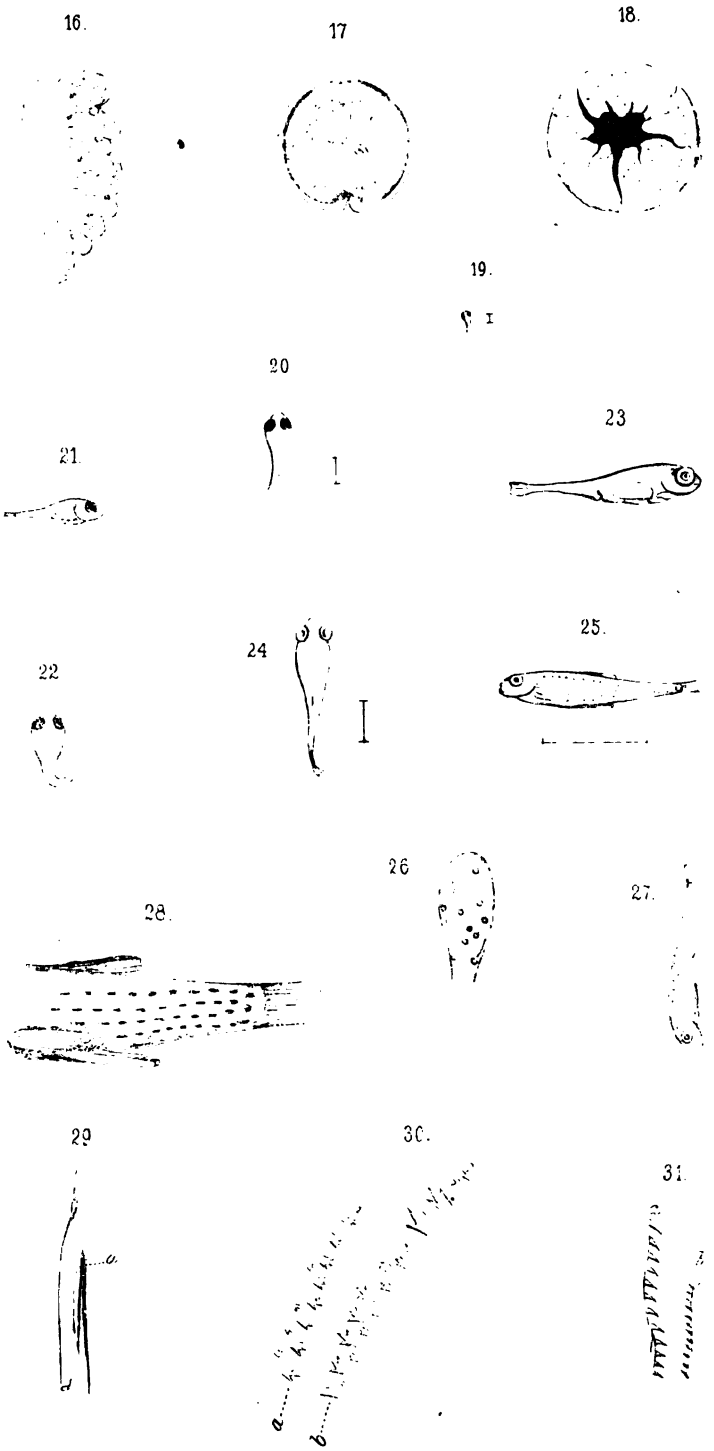
Voor een uitvoeriger beschrijving der figuren moet ik naar den tekst verwijzen, als ook voor de aangave der vergrootingen. Bij de meeste figuren geeft het bijgevoegde streepje de grootte aan.

---

De onderzoekingen van WYMAN en HOME over *Anableps*, waren niet, evenmin als andere geschriften over verwante soorten, tot mijne beschikking.

---


1
e
m
d
d
o
r
2.
o
r
c
3.
4.
5.
6.
p
q
7.
p
a
q
8
a
b
9.
I
10.
I
11.
I
12.
d
o
r
13.
a
b
14.
15.


16.
17
18.
19.
20
21.
23
24
25.
22
26
27.
28.
29
30.
31.
a
b

# OVER DEN TOESTAND

VAN

# DEN HAARLEMMERMEERPOLDER

IN DEN DROOGEN ZOMER VAN 1868.

DOOR

T. J. STIELTJES.

Bij eene vroegere gelegenheid *) vergeleek ik de uitkomsten, verkregen door de bemaling van den Haarlemmermeerpolder, met de waarnemingen omtrent gevallen regen en verdamping, in eenige natte tijden van de jaren 1867 en 1872. Thans wil ik den toestand van den polder nagaan gedurende een der droogste tijdperken, die in de laatste jaren zijn voorgekomen, namelijk den zomer van 1868. Ofschoon vermoedelijk de droogte in 1858 grooter is geweest, heb ik deze niet tot punt van beschouwing kunnen kiezen. De uitvoerige dagelijksche waarnemingen omtrent gevallen regen, verdamping, werking der stoomgemalen, waterstanden, enz., die noodig zijn om deze beschouwingen op te stellen, hadden toen nog niet in den Haarlemmermeerpolder tot dien omvang plaats, als thans sedert verscheidene jaren het geval is.

Alvorens tot de afzonderlijke beschouwing van eenige tijdvakken uit den zomer van 1868 over te gaan, zal ik met een paar cijfers herinneren aan den toestand van den polder. Het oppervlak land en water, binnen den ringdijk gelegen, is groot

*) *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, Afdeeling Natuurkunde, 2de Reeks. Deel VII.

18150 hectaren. Het polderpeil variëert van 4.40 tot ongeveer 5 20 meters *onder* A. P. Tot het peil van 4.60 à 4.65 – A. P. blijft het water binnen de slooten, bij de hoogere peilen tot 4.30 – A. P. (in het tijdvak dat nu beschouwd wordt niet voorgekomen) komt zeker oppervlak land onder water. De bepaling van het boezemoppervlak, dat de slooten bij groote droogte aanbieden, is niet gemakkelijk met volkomen juistheid te bepalen, daar het *bemalen* boezemoppervlak dan verkleind wordt door het afdammen van slooten. Volgens nadere uitvoerige mededeelingen van den Heer A. ELINK-STERK, kan het wateroppervlak in de slooten bij verschillende peilen als volgt gesteld worden:

| Bij peilen van | 4.60 | 4.65 | 4.70 | 4.75 | 4.80 | 4.85 | 4.90 | 4.95 | 5.00 | 5.05 | 5.10 | 5.15 | 5.20 -A.P. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| moest het bemalen boezemoppervlak zijn.... | 934 | | 880 | | 826 | | 772 | | 696 | | 620 | | 544 hect. |
| maar was werkelijk niet grooter dan.. | 934 | 850 | 770 | 710 | 650 | 590 | 540 | 490 | 440 | 400 | 370 | 330 | 300 „ |

het overige oppervlak door dammen van den bemalen boezem tijdelijk zijnde afgesloten. Ik zal deze laatste cijfers bij de volgende berekeningen aannemen, alsmede de inhouden van de wateroppervlakten, die elken centimeter waterhoogte tusschen 4.60 en 5.20 - A. P. vertegenwoordigen, die mij door den Heer ELINK STERK zijn opgegeven.

---

### 1. ALGEMEENE GANG VAN ZAKEN IN HET JAAR 1868.

In de hierachter gevoegde graphische voorstelling zijn, ter vergelijking, ook de uitkomsten van den gevallen regen en de verdamping aan het observatorium te Utrecht voorgesteld, alsmede de middelbare en hoogste thermometerstanden aldaar, die in 1868 nog niet in de Haarlemmermeer werden waargenomen. Herleid men de opgaven van Utrecht tot de gewone (niet meteorologische) maanden, dan verkrijgt men ter vergelijking met de uitkomsten in de Meer het volgende overzigt:

1868.

| | Jan. | Febr. | Mrt. | Apr. | Mei. | Juni. | Juli. | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gevallen regen te Utrecht | 61.5 | 28 1 | 66.0 | 40.7 | 30.1 | 15.3 | 20 9 | 95.1 | 21.6 | 59.8 | 28.2 | — |
| Verdamping te Utrecht | 13.2 | 28.1 | 42.8 | 74.1 | 155 3 | 158.5 | 194.5 | 128.6 | 90.3 | 86.6 | 19.7 | — |
| Méér regen dan verdamping | 48.3 | nihil | 23.2 | — | — | — | — | — | — | 23.2 | 8.5 | — |
| Méér verdamping dan regen | — | nihil | — | 33.4 | 125.2 | 143.2 | 173.6 | 33.5 | 68.5 | — | — | — |
| Gevallen regen in de Meer | 52.1 | 45.8 | 81.1 | 88.8 | 16.5 | 15.8 | 16.8 | 88.4 | 15.8 | 105.2 | 52.2 | 113·8 |
| Verdamping in de Meer | 29.8 | 36.5 | 50.7 | 82.5 | 159.7 | 148.1 | 170.7 | 116.2 | 76.6 | 39.4 | 24.4 | 33.2 |
| Méér regen dan verdamping | 22.3 | 9.3 | 30.4 | — | -- | — | — | — | — | 65.8 | 27.8 | 80.6 |
| Méér verdamping dan regen | — | — | — | 48.7 | 143.2 | 127.3 | 153.9 | 32.8 | 60.8 | — | -- | — |

In het algemeen was, in de eerste negen maanden van 1868, de gang van zaken te Utrecht en in de Meer vrij gelijk. In de drie eerste maanden, Januarij, Februarij en Maart, overtrof de gevallen regen de verdamping

te Utrecht met 71.5 millimeters.
in de Meer " 62.0 "

In de zes volgende maanden, April, Mei, Junij, Julij, Augustus en September daarentegen overtrof de verdamping den gevallen regen aanmerkelijk, en wel

te Utrecht met 577.4 millimeters.
in de Meer " 561.7 "

In de daarop volgende maanden October en November overtrof weêr de gevallen regen de verdamping, en wel

te Utrecht met 31.7 millimeters.
in de Meer " 93.6 "

Ik wil nu vooral de verschijnselen in de Meer nagaan, tijdens de zesmaandsche zomerdroogte, die eigenlijk reeds den 28sten Maart 1868 aanving, en, met uitzondering eener kleine regenperiode van 21 tot 27 September, tot het begin van October aanhield.

II. TIJDVAK VAN 28 MAART TOT 9 APRIL 1868.

Men kan aannemen dat door den velen regen van de eerste helft van Maart, en den lateren kleinen regenval van 21 tot 25 Maart, de bodem van den polder met water was verzadigd. De werking der stoomgemalen (korten tijd van alle drie tegelijk op 10—14 Maart) was noodig om den boezem tot 5.08 –A. P. af te malen op 28 Maart. Nu werden de stoomgemalen stil gezet, en ofschoon de verdamping tot 9 April den gevallen regen met 32 millimeters overtrof, bleef toch de boezemstand stijgende

van 5.08 –A. P. op 28 Maart'
tot 4.85 –A. P. op 8 April,
of 0.230 meters.

Door méér verdamping dan regen had eigenlijk de boezem 29 millimeters moeten dalen. Er was dus eigenlijk eene nazakking van water uit het land naar de waterleidingen van 0.259 meters, vertegenwoordigende eene watermassa van 1 243 000 M³, in 12 dagen of van 103600 per etmaal over ongeveer 17700 hectaren, of van 5.85 M³ per hectare, overeenkomende met eene waterschijf ter hoogte van ruim een halven millimeter. De sterkere meerdere verdamping dan regen van 9 April (3.2$^{mm}$ te Utrecht en 4.1 in de Meer) werkte voorzeker mede om den polderboezem 2 centimeters te verlagen, ofschoon nog altijd eenige nazakking van water scheen plaats te hebben.

---

III. TIJDVAK VAN 10 APRIL TOT 30 APRIL 1868.

Regenbuijen, vooral op den 20$^{sten}$ en 24$^{sten}$ April, toen er 8.5 en 6.6$^{mm}$ regen viel en slechts 4.7 en 2.8$^{mm}$ verdampte, deden den boezem tot 4.78 M. steigen, en de werking van de Lijnden was gedurende 95 uur van 22—25 April noodig, om dit peil weêr tot 4.97 – A. P. te herleiden, dus om den polderboezem 0.19 meters te verlagen, vertegenwoordigende eene watermassa

van 1 121 500 M³ water. Het stoomgemaal Lijnden sloeg uit $95 \times 18020 = 1711900$, of 590400 M³ méér dan de inhoud van het boezemwater. Er was in die 4 etmalen

6.7mm regen gevallen en

8.9mm verdampt, dus

2.2mm méér verdampt dan regen gevallen, vertegenwoordigende eene watermassa van circa 13000 M³. De regen en verdamping had dus weinig invloed op den boezemstand. Rekent men nu die 590400—13000 voor water, dat uit den grond is nagezakt, dan geeft het circa 144400 per etmaal of 8.20 per hectare en per etmaal. In de vijf dagen van 26—30 April steeg de boezem, bij stilstaande stoomgemalen, tot 4.93 — A. P. of met 0.04 niettegenstaande er in die vijf dagen slechts 1.3mm regen viel en 21.6mm verdampten. Zonder die meerdere verdamping zou de boezem 0.063 M. zijn gestegen, eene watermassa vertegenwoordigende van circa 350000 M³ in 5 etmalen of van 70000 per etmaal, gevende per hectare en per etmaal circa 4 M³ of eene waterschijf van 0.4mm hoogte.

---

## IV. TIJDVAK VAN 1 MEI TOT 2 JUNIJ 1868.

Gedurende dezen tijd viel er zeer weinig regen en werkten de stoomtuigen niet, noch werd er water ingelaten.

Aanvankelijk van 1 tot 16 Mei bleef de polderstand genoegzaam onveranderlijk op 4.87 — A. P., niettegenstaande er in die halve maand slechts 3,7mm regen viel en 75.1mm verdampten. Zonder toevoer uit den omliggenden grond had de boezem dus 7.1 centimeter moeten dalen, wat een waterinhoud zou hebben vertegenwoordigd van circa 424000 M³. In die 16 dagen werd die massa dus door den grond geleverd, gevende per dag 26500 M³ of per dag en hectare omstreeks 1.5 M³ De aanvoer in die droogte was dus reeds tot $^1/_8$ à $^1/_4$ van wat die vroeger geweest was, afgedaald.

In het 17daagsche tijdperk dat nu volgde, 17 Mei tot en met 2 Junij, daalde de polderstand van 4.87 — A. P. tot 4.96 — A. P., dus met 0.11 M., eene watermassa vertegen-

woordigende van 520000 M³ water. De gevallen regen in dat tijdperk vertegenwoordigde eene hoogte van 12.8mm, de verdamping eene van 92.2 of 79.4mm méér. De verdwenen watermassa was dus nog *grooter*, dan uit de verdamping moest volgen. Waar zijn nu die 0.036 meters waterhoogte gebleven, die uit de slooten verdwenen en toch niet verdampt waren? Aannemende dat door op- of afwaaijing dit verschil in den polderstand is te verklaren, schijnt het toch vrij zeker, dat uit den ondergrond geen water meer is toegevloeid, en er reeds water begon te worden opgeslurpt.

Deze 0.36 meters waterhoogte vertegenwoordigen over 540 hectaren 194400 M³, in 17 dagen, of 11440 M³ per etmaal en 0.65 M³ per hectare.

---

## V. TIJDVAK VAN 3 JUNIJ TOT 28 AUGUSTUS 1868.

Met den 2den Junij begon men bij de Leeghwater water in den polder te tappen. Volgens eene memorie van den Heer ELINS STERK van 15 Januarij 1869 kan die inlating geschat worden op 9600 M³ per uur of $2^{2}/_{3}$ M³ per seconde.

Van 2 tot 10 Junij steeg de boezem van 4.96 tot 4.83 – A. P. of 0.13 M. vertegenwoordigende op dat peil eene watermassa van 708000 M³. De gevallen regen bedroeg 9.3, de verdamping 35,5mm of 26.2mm méér, vertegenwoordigende over 540 hectaren ongeveer 141500 M³. Gedurende 181 uren werd eene watermassa van 1737600 M³ water ingelaten. Daarvan de meerdere verdampte massa aftrekkende, moesten 1596100 M³ water op den polderboezem zijn gekomen. In de slooten enz., was daarvan slechts 708000 M³ te vinden; de grootste helft of 888100 M³ water moeten dus voor inslurping in den uitgedroogden grond zijn opgenomen, wat per etmaal 98700, en per hectare 5.3 M³ vertegenwoordigd.

Van 10 tot 21 Junij daalde de boezemstand van 4.83 tot 4.93 – A. P., vertegenwoordigende eene waterschijf van circa 560.000 M³. Er viel geen regen, de verdamping bedroeg 63.5mm, vertegenwoordigende over 540 hectaren wateroppervlak

342.900 $M^3$ water. Gedurende 187 uren werden ingelaten 1795.200 $M^3$ water, waarvan na aftrek der verdamping overbleven 1452300 $M^3$. En daar nu de boezem, in spijt van die waterinlating, daalde en 560.000 $M^3$ minder water bevatte dan vóór die waterinlating, moeten er 1452.000 + 560.000 of 2012300 $M^3$ door het steeds meer uitdroogend land zijn opgeslorpt in 12 etmalen, gevende 167.000 $M^3$ per etmaal of 9.5 $M^3$ per hectare en per etmaal.

Van 22 Junij tot 11 Julij steeg de boezem van 4.93 – A. P. tot 4.85 – A. P., dus 0.08 meter, vertegenwoordigende eene waterschijf van 440.000 $M^3$. De regen bragt 13.5$^{mm}$ water aan, de verdamping nam er 86.8 weg, of 73.3 méér, vertegenwoordigende eene watermassa van 395.800 $M^3$. Gedurende 379 uren werd eene massa van 3638.400 $M^3$ water ingelaten, waarvan na aftrek der verdamping 3.242.600 $M^3$ moesten overblijven. En daar nu de stijging van den boezem slechts 440.000 $M^3$ kon bergen, blijven er 2802600 $M^3$ ter opslorping over, in 21 dagen, gevende 133.400 $M^3$ per etmaal of bijna 7 6 $M^3$ per hectare en per etmaal.

Van 12 tot 19 Julij bleef de boezem op hetzelfde peil, niettegenstaande er geen regen viel en 60.3$^{mm}$ verdamping plaats had, waardoor over 590 hectaren water circa 356.000 $M^3$ water werden verwijderd. Daarentegen werd gedurende 180 uren eene watermassa van 1728.000 $M^3$ water ingelaten, waarvan, na aftrek der verdampte massa 1.372.000 $M^3$ moest zijn overgebleven. En daar nu de boezem niet was gestegen, moet de massa water zijn opgeslurpt in 8 etmalen, gevende per etmaal 171.500 of 9 8 $M^3$ per hectare en per etmaal.

Ook van 20 Julij tot 10 Augustus bleef de boezemstand onveranderd, bij 9.0$^{mm}$ regen en 107,2$^{mm}$ verdamping, dus bij 98.2$^{mm}$ uitdrooging, over 590 hectaren wateroppervlak eene massa van circa 580.000 $M^3$ vormende. De waterinlating gedurende 516 uren bragt 4953600 $M^3$ water aan, of na aftrek der verdamping omstreeks 4374000 $M^3$ in 22 dagen, gevende bijna 199000 $M^3$ per etmaal of 11.3 $M^3$ per etmaal en per hectare

Van 11 tot 28 Augustus steeg de boezem van 4.84 tot 4.78 – A. P., dus 0.06 meter, gevende eene watermassa van 380.000

$M^3$. Er viel 80.8mm regen of 18.7mm méér dan in verdampte, gevende over 18150 hectaren eene watermassa van 3394000 $M^3$ water. Gedurende 206 uren tot 22 Augustus werd voor het laatst water ingelaten, vormende eene massa van 1977640 $M^3$ of na bijvoeging van den gevallen regen van 5371600 $M^3$. En daar nu slechts 380000 daarvan op den boezem werden geborgen, moeten er 4991600 $M^3$ zijn opgeslurpt in 18 dagen, gevende 277300 $M^3$ per etmaal en 15.8 $M^3$ per hectare.

## VI. TIJDVAK VAN 28 AUGUSTUS TOT 17 SEPTEMBER.

De boezem daalde van 4.78 tot 4.88 – A. P. en verloor in die 0.10 M. hoogte omstreeks 612.000 $M^3$ water. Er had geen aanvoer bij de Leeghwater plaats en de 2.4mm regen werd 57mm door de 59.4mm verdamping overtroffen. De boezem had dus 0.057 moeten dalen en daalde 0.10 M. Waar bleven nu de overige 0 043 M. waterhoogte? Zij vertegenwoordigden eene waterschijf van 258000 $M^3$ inhoud, in 21 dagen, gevende 12300 $M^3$ per etmaal en 0,70 $M^3$ per hectare.

Men had nu mogen verwachten dat, uit den vochtigen bodem, groote massa's water waren nagevloeid. Toch schijnt het dat die regenval onvoldoende is geweest om den bodem met water te verzadigen.

## VII. TIJDVAK VAN 18 SEPTEMBER TOT 17 OCTOBER, TOEN DE BEMALINGSWERKTUIGEN WEDER IN WERKING KWAMEN

In dien tijd steeg, zonder inlating van water, de boezem van 4.88 tot 4.83 – A. P., wat een aanvoer veronderstelt van 293.000 $M^3$ water. De regen voerde 40.5mm aan, maar de verdamping nam 42.3mm weg, dus 1.8mm meer dan de regen aanvoerde. Dit vertegenwoordigt over circa 600 hectaren wa-

teroppervlak eene massa van 10,800 $M^3$. Er moeten dus 282.000 $M^3$ water in die 30 dagen uit den grond zijn nagevloeid, gevende slechts 9400 $M^3$ per etmaal en 0.54 $M^3$ per hectare. Van waar dit verschijnsel dat er zoo weinig water uit het land naar de sloten is toegevloeid?

---

## VIII. VERGELIJKING VAN HET OPGESLURPT EN NAGEVLOEID WATER MET DE TEMPERATUUR.

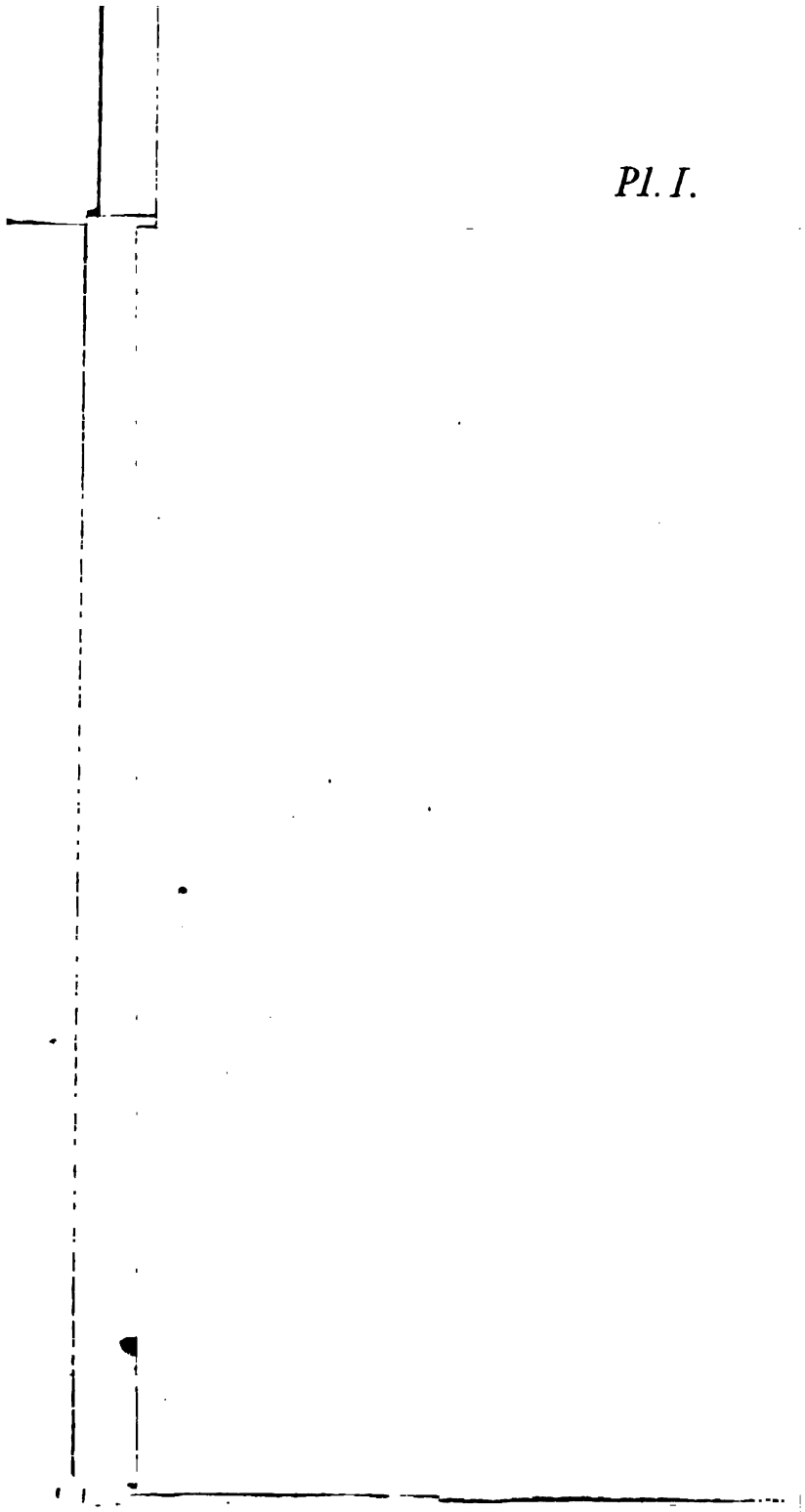
In het volgende tafeltje is aangegeven welke massa's water per hectare er per etmaal zijn opgeslorpt in den grond, of uit deze nagevloeid in de verschillende tijdperken, die hierboven zijn nagegaan.

| 1868. | Water per etmaal en per hectare, in $M^3$. Opgeslurpt. | Nagevloeid. | Temperatuur. Hoogste | Gemiddelde. |
|---|---|---|---|---|
| 28 Maart— 9 April | | 5.85 | 7.7—18.8 | 5.4—12 1 |
| 19 April —25 April | | 8.20 | 14.0—16.8 | 7.6—14.5 |
| 26 April —30 April | | 4.00 | 12.2—16.2 | 9.0—13.6 |
| 1 Mei —16 Mei | | 1.50 | 12.4—26.2 | 9.3—20.7 |
| 17 Mei — 2 Juni | 0.65 | | 19.8—28.1 | 14.2—23.5 |
| 3 Juni —10 Juni | 5. 3 | | 17.3—22.6 | 13.4—17.9 |
| 11 Juni —21 Juni | 9. 5 | | 21.1—29.9 | 17.6—24.8 |
| 22 Juni —11 Juli | 7. 6 | | 17.0—26.9 | 14.0—22.8 |
| 12 Juli —19 Juli | 9. 8 | | 25.5—32.6 | 21.1 —26.6 |
| 20 Juli —10 Aug. | 11. 3 | | 21.5—31.5 | 17.4—26.2 |
| 11 Aug. —28 Aug. | 15. 8 | | 14.8—33.2 | 12.9—25.1 |
| 28 Aug. —17 Sept. | 0. 7 | | 16.8—29.2 | 13.2—23.9 |
| 18 Sept. —17 Oct. | | 0.54 | 9.8—21.8 | 9.3— 16.9 |

De door den grond opgeslurpte massa's water, houden een vrij gelijken gang met de vermeerdering van temperatuur, en méér nog met de *hoogste* dan met de *gemiddelde* temperatuur. De grootste opslurpingen hebben plaats gevonden in die tijdvakken, waarin de temperatuur de 30° C. overschreed. Eene bepaalde verhouding tusschen *opslurping* en temperatuur is echter uit deze gegevens nog niet te trekken.

*Rotterdam*, Juni 1874.

*Pl. I.*



OVER

# WEDERSTAND EN VOORTSTUWING

## VAN SCHEPEN,

DOOR

B. J. TIDEMAN.

Er is een deel der mechanica, dat, in verhouding tot de belangrijkheid van het onderwerp voor de meest ontwikkelde natiën, buitengewoon weinig heeft genoten van de vruchten der werkzaamheid der wiskundigen.

Dat deel is wat men gewoonlijk de *theoretische scheepsbouwkunde* noemt.

Weinig *speciale technische* kennis is noodig om de gewigtige vraagstukken, die met de invoering van den stoom reeds op den voorgrond traden, te behandelen.

Daarentegen vorderen zij veel meer *wiskundige* kennis dan gewoonlijk gevonden wordt bij den scheepsbouwmeester van beroep.

De zaak is dus naar mijne meening grootendeels in verkeerde handen.

Die meening wordt bevestigd door den toestand, — vooral indien men bij de beoordeeling in aanmerking neemt, dat *wat* verrigt is, door *anderen* dan scheepsbouwmeesters werd gedaan.

De toestand is, dat er eene klimmende behoefte aan snelle en niet te kostbare middelen van vervoer te water bestaat, en dat de wetenschap zwijgt op de vraag: welken vorm een drijvend lichaam moet hebben om een minimum van weêrstand te ontmoeten bij gegeven volumen en snelheid.

Millioenen van menschen verlangen met de minst mogelijk schommelingen den korten afstand van Dover naar Calais af te leggen, en de verwachtingen, die ervaren personen hebben van de booten welke men beproeven zal, en die onderling zeer verschillen, doch alleen de kostbaarheid gemeen hebben, zijn met elkaâr in strijd.

Iedereen begrijpt, dat eene fout in den vorm van een stoomschip zich onmiddellijk omzet in winstderving voor den eigenaar en toch biedt de scheepsbouwkunde nog het middel niet aan om in het algemeen het belangrijk vraagstuk op te lossen :— met welke *snelheid* een gegeven schip, door gegeven *schroef* met gegeven *vermogen* gedreven, door het water zal gestuwd worden. De vereenvoudigende veronderstellingen: dat de zee groot en diep is, en dus de invloed van bodem en wanden verwaarloosd kan worden, en dat het water in rust is, zonder de gewone rollende golven van den oceaan, zijn zelfs onvoldoende om de oplossing mogelijk te maken.

Voor gevallen, die weinig afwijken van reeds bestaande, waarvan de resultaten bekend zijn, helpt zich — onder die omstandigheden — de constructeur met vergelijkings-formulen op zeer onvolledige beschouwing gegrond, en welke formulen geene waarde hoegenaamd hebben dan dat zij, binnen de zeer enge grenzen waartusschen men ze gebruikt, geene fouten geven welke voor de practijk noodlottig zijn. Zoodoende komt men wel stap voor stap vooruit, maar het toeval moet helpen, of er geschieden evenveel mispassen als goede schreden; en ieder zoekt op eigen gelegenheid zonder zamenwerking en zonder verdeeling van arbeid. Bovendien kan dat tastings-systeem misleiden, wanneer het bruikbare bestaande en het theoretisch volmaakte gescheiden zijn door tusschentoestanden die minder goed dan het bestaande zijn. Zulk een paar buigpunten in de graphische voorstelling van de verkregene en verkrijgbare resultaten komt het niet of niet spoedig voorbij.

De theorie volgt ook in de scheepsbouwkunde de practijk niet op den voet; en daardoor is het ontwerpen van een schip, dat belangrijk afwijkt van wat de gewoonte medebrengt te maken, het doen van een stap, die in diepe duisternis voert.

Ziedaar den stand van zaken in een paar woorden geschetst!

De oorzaken zijn:

ingewikkeldheid van het wiskundig deel van den te verrigten arbeid aan de eene zijde;

practische bezwaren, verbonden aan het onderzoek naar de feiten, — aan de waarnemingen dus, waarop zich eene theorie gronden kan —, aan den anderen kant.

Op het oogenblik nu, dat men eene meer dan waarschijnlijke hypothese, bijna eene wet, vindt, die de waarneming van eene reeks van feiten betreffende den wederstand van vloeistoffen oneindig gemakkelijker maakt, en binnen het bereik brengt van een veel grooter aantal personen, is het niet ongepast de geleerde wereld op eene haar wachtende taak te wijzen.

Welke wet ik bedoel zal ik straks zeggen, na eerst getracht te hebben voor een bepaald punt meer in bijzonderheden aan te wijzen hoe groote behoefte aan nieuw wetenschappelijk onderzoek bestaat, en eene bescheidene poging gedaan te hebben om een deel van den weg daartoe aan te wijzen.

Ik keer daarom terug tot het reeds genoemde vraagstuk van weêrstand van een schip tegenover de voortstuwende kracht van eene schroef.

Juist door de onderzoekingen van een der weinige mannen buiten het vak van de scheepsbouwkunst, die zich de zaak aantrekken, is gebleken dat de minst onnaauwkeurige en eenige quantitatieve arbeid die op het vraagstuk betrekking heeft, en die weder uitging van een geleerde die geen scheepsbouwer was, nog onvolledig is en te veel verwaarloosde voor het nut der toepassing.

De arbeid, dien ik bedoel, is van den, ook voor de scheepsbouwkunde te vroeg gestorven, hoogleeraar WILLIAM JOHN MACQUORN RANKINE. Hij overleed te Glasgow, 24 December 1872, 52 jaren oud.

In de Philosophical Transactions van 1863 en 1871, en in de Transactions of the Institute of Naval Architects van 1864, 1865 en 1867 en nog eenige jaarboeken is verspreid wat hij over het punt, dat ik behandel, schreef; en in zijne leer- of handboeken vindt men slechts de uitkomsten benevens een

overzigt van een deel der theorie die er op betrekk
heeft.

Het is reeds opmerkelijk, dat honderdtallen van stoom
pen gedurende tientallen van jaren achtereen de zee bev
konden vóór dat men eene theorie van weêrstand en voor
wing had die eenigermate bruikbare uitkomsten gaf.

Dit moet echter worden toegeschreven aan de grootere m
lijkheid der vraagstukken, wanneer men die behandelt
met behulp van de, door den practicus nu eenmaal beg
wetten van den arbeid der krachten; omdat de arbeid verl
in wrijving en botsing der waterdeelen gewoonlijk belang
en slecht te schatten is. Daarentegen geeft de grondform
voor het tijd-effect van krachten, door RANKINE *impulsie*
genoemd, en waarvan het eenvoudig product van massa
versnelling het dynamisch aequivalent is, dikwijls meer gem
bij de behandeling, omdat de onderlinge werking der del
buiten invloed blijft en men niet alle bewegingen die
maken behoeft te kennen, doch slechts de ontbondenen in e
gegevene rigting; voordeelen die niet worden weggenomen d
de noodzakelijkheid om alle krachten die op het stelsel w
ken in rekening te brengen, in plaats van slechts die, we
arbeid verrigten.

Dat nu echter proefondervindelijk blijkt, dat RANKINE's th
rie, die sedert 16 jaren min of meer in gebruik is gekom
als het beste wat men had, zelfs binnen de enge grenzen
hij zelf er aan stelt, twintig percent te veel of te weinig we
stand aanwijzen kan, en zijne theorie van voortstuwing e
belangrijke verschillen kan geven, zonder dat er spoedig
recties worden voorgesteld, bewijst wel dat er weinige
kundigen zijn, die zich door het onderwerp aangetrok
voelen.

Ik mag daarom geene algemeene bekendheid met den st
van het vraagstuk onderstellen, wil ik mijn doel bereiken.

In eene bijlage A heb ik RANKINE's theorie van de *werk*
*der schroef* zoo kort mogelijk verzameld, omdat die niet ge
de theorie van den wederstand van schepen door hem zelven
een handboek is gegeven.

Eene bijlage B bevat het voorbeeld van toepassing van b

deelen der theorie door den ontwerper gekozen, en waarin de onjuistheden van beide beschouwingen elkander nagenoeg vernietigen, zoodat de overeenkomst met de waarneming op hetzelfde schip gedaan, een graad van naauwkeurigheid bezit, welke zeer voldoende zoude zijn voor de meeste toepassingen, indien hij niet het gevolg ware van het bepalen der waarde van een coëfficiënt uit dat zelfde en slechts weinige andere voorbeelden.

Zulk een voorbeeld is bij RANKINE dikwijls een onmisbaar middel om zijne ineengedrongen stellingen gemakkelijk geheel te begrijpen.

RANKINE's theorie van den *wederstand* dien een schip in de vloeistof ondervindt, is echter geheel — en weder met een voorbeeld van toepassing — te vinden in het door hem uitgegeven werk: *Shipbuilding theoretical and practical*, London 1866, blz. 77—85. Daarnaar kan ik dus verwijzen.

Die theorie gaat uit van de beperkende veronderstellingen: 1°. dat het schip in de rigting der lengte slechts doorsneden heeft waar langs de waterdeelen kunnen glijden, zonder door hunne inertie er van verwijderd te worden; en, 2°. dat die lijnen ook zoo vloeijend en lang zijn dat bij de gegevene snelheid nergens andere golven worden opgewekt dan de onvermijdelijke, die, — eenmaal gevormd — voor hare instandhouding geen noemenswaardigen arbeid meer eischen zoolang de snelheid dezelfde blijft.

Als kenmerk van het voldoen aan die voorwaarden noemt RANKINE slechts: dat de lengte van het voorschip tot aan de grootste dwarsdoorsnede zij minstens $= 0{,}43\ V^2$, — zoo er geene bezwaren tegen zijn, liefst de helft meer, — en dat het achterschip óók zoo lang zij; terwijl de verhouding van den inhoud der langsscheepsche doorsneden tot de omgeschreven regthoeken niet 0,637 overtreffen mag, en de lijnen goed strooken, gelijk in de practijk ook als eisch gesteld wordt.

(Met V wordt hier de snelheid in meters per secunde bedoeld.)

Die eisch is reeds beperkend genoeg, want alleen scherpe stoombooten voldoen er aan; maar nog is hij veel te ruim om alle schepen uit te sluiten die inderdaad niet voldoen aan het

onderstelde omtrent het niet opwekken van energie-verspillende golven.

Ik zal dat straks aantoonen.

Maar wanneer men zich nu met RANKINE bepaalt tot schepen, die slechts de onvermijdelijke golven met zich voeren en buiten beschouwing laat de reactie van de massa van het schip en van het water dat het medevoert tegen de voortstuwende kracht, zoolang de normale en eenparige snelheid niet bereikt is, heeft men met twee oorzaken van weêrstand te doen.

Beiden zijn indirecte werkingen der waterdeelen, die directe werkingen op het schip doen ontstaan onder den vorm van veranderde drukkingen op het ondergedompeld deel.

De directe werkingen te bepalen leidt echter tot berekeningen, die onuitvoerbaar zijn door te groote ingewikkeldheid.

De indirecte werkingen zijn:

1° het gevolg van de onvolmaakte vloeibaarheid, die een deel van den totalen weêrstand geeft dat bij werkelijke schepen onmerkbaar is, doch bij zeer kleine modellen zelfs de hoofdoorzaak van weêrstand wordt, en evenredig is aan de snelheid waarmede de betrekkelijke plaatsverandering der deelen geschiedt;

2°. de voortbrenging van wrijvingsdraaikolken, of het proces waardoor de oppervlakte van het schip waterdeelen door wrijving medesleept en daaraan snelheid geeft. Dit proces is eene combinatie van de directe en indirecte uitwerkingen van adhaesie en onvolmaakte vloeibaarheid. In de volmaakte vloeistof zouden de door RANKINE bedoelde schepen, ééns in beweging gebragt zijnde, zonder verderen weêrstand met eenparige snelheid blijven bewegen.

De voortbrenging van wrijvingsdraaikolken is de eenige oorzaak van wederstand, die RANKINE eene nadere beschouwing waardig acht, met het oog op de practijk.

Zij heeft eene uitwerking, welke ten eerste evenredig is aan de massa van de cubieke eenheid water, eene naauwkeurig bepaalde grootheid; ten tweede aan de tweede magt van de snelheid; ten derde aan het wrijvend oppervlak.

De snelheid van wrijving is echter niet dezelfde op elk deel

van het ondergedompeld oppervlak van den scheepsromp, maar voor elk element $dp$ daarvan $n$-maal de snelheid V van het geheele schip. Voor het geheele schip is de weêrstand uit deze oorzaak

$$= \frac{1}{2} \times \text{inertie water} \times \text{wrijving} \times V^2 \times \int n^2 . dp .$$

In plaats van de snelheid $n$ V in rekening te brengen, kan men ook den factor $n$ bij $dp$ voegen en alzoo het element van grootte veranderd denken, en de snelheid V constant over het geheele oppervlak. De integraal van $n^2\, dp$, uitgestrekt over geheel het nat oppervlak van het schip, noemde RANKINE het *vermeerderd nat oppervlak* Men duidt het veelal aan door G, terwijl het nat oppervlak zelf slechts O is. $\frac{G}{O}$ is dan de coëfficiënt van vermeerdering, afhankelijk van de scherpte van het schip, en dien RANKINE voor de toepassing alleen afleidt uit den vorm der horizontale doorsneden in het voorschip.

Den coëfficiënt van wrijving neemt hij hier ter plaatse aan = 0.0036 voor Engelsche eenheden (vierkante voeten en voeten per secunde.)

Aanvankelijk kwam hij tot dit getal door proeven van WEISBACH, met buizen waardoor water stroomde; later vond hij dit bevestigd door waarnemingen op schepen.

Zijne formule voor den wederstand van het schip voor de practijk wordt daardoor zeer eenvoudig; want bij eene snelheid van 10 knoopen (dat is 10 minuutmijlen per uur of 5,145 meter per secunde), is de weêrstand dan 1 Eng. pond per vierk. Eng. voet van het vermeerderd oppervlak; en voor andere snelheden in reden als de quadraten derzelve.

Ik zal tegen die theorie drie bedenkingen aanduiden.

Vooreerst de beperking.

Een Engelsch schip, de *Greyhound*, met een voorschip, lang 23.18 meter, voldoet aan RANKINE's bepaling voor snelheden van 12 minuutmijlen per uur en minder. Toch toont bijlage C, die eenige uitkomsten geeft van zeer naauwkeurige proeven omtrent de kracht waarmede men dat schip door het water

konde trekken, aan, dat de weêrstand binnen die grenzen belangrijk sterker klom dan het quadraat der snelheid.

Reeds bij veel minder snelheid dan RANKINE aannam, ontstonden dus arbeid-verslindende golven.

De *Greyhound* was een schip van zeer gewone, en volgens onze kennis, zeer goede lijnen.

De practische toepassing gedoogt dus het buiten rekening laten der golfvoortbrenging *niet*.

Ten tweede kan de eenvoudige factor O in de formule niet voldoende juist zijn. Eene andere correctie dan de coëfficiënt $\frac{G}{O}$ is daarbij noodig, want eene vierkante eenheid in het achterschip is veel minder invloedrijk dan eene vierkante eenheid in het voorschip, onafhankelijk van den vorm van het schip.

Sir ARTHUR COTTON liet een schip over het voorste deel onder water met glad geschuurd metaal bekleeden en vond daarna veel minder weêrstand. Ook in het middendeel van het schip werd zulk een verschil veroorzaakt door de bekleeding. In het achterschip echter was de invloed naauwlijks merkbaar.

Hetzelfde wordt op andere wijze aangeduid door de volgende waarneming.

De weêrstand van den bovengenoemden *Greyhound* in diep geladen toestand tot dien in minder beladen staat, vertoonde eene verhouding, belangrijk minder groot dan de waarde O voor beide gevallen deed. En toch moet behalve de waarde O ook de factor $\frac{G}{O}$ door de diepere indompeling niet onbelangrijk gerezen zijn, omdat de horizontale doorsneden van het schip naar boven steeds meer rond, minder spits worden. RANKINE's formule verklaart dat voordeel van diepe schepen niet.

Ten derde de wrijvingscoëfficiënt.

WEISBACH vond 0.0036 (voor Engelsche eenheden.) RANKINE, die slechts beperkte betrouwbare waarnemingen had, waaronder het voorbeeld van den *Warrior* in mijne bijlage B genoemd, nam de waarde over voor nieuwe en dus niet aangegroeide schepen. Dat hij dit deed, moet een gevolg zijn van eene der

volgende zaken: — of de *Warrior* en een ander voorbeeld, beide met schoone huid, moeten, evenals de *Greyhound* golven opgewekt en daardoor meer weêrstand geboden hebben, dan die uit wrijving voortvloeide; of zij waren in het geval, waarin RANKINE's formule voor de werking hunner voortstuwers te groote uitkomst geeft.

Want bij den *Warrior* sluiten de berekening van den druk door de schroef op het schip uitgeoefend, en die van den weêrstand der vloeistof zeer goed.

En toch, als men eene der uitkomsten kiest met den *Greyhound* verkregen, met eene snelheid, waarbij de tegenstand reeds grooter is dan overeenkomt met het quadraat der snelheid vergeleken bij tragere beweging, en daaruit de waarde van den wrijvingscoëfficiënt afleidt, vindt men voor dit schip, waarvan het koper oud, niet glad en eenigszins aangegroeid was, slechts 0.00267. Dit schip werd niet door eigene schroef maar door uitwendige en direct gemeten krachten bewogen, en hier kan dus geen invloed van verkeerde schatting van de voortstuwende kracht bestaan.

In eene bijlage E zijn de waarden van den wrijvingscoëfficiënt, voor verschillende gevallen door FROUDE direct gemeten, opgegeven. Ook blijkt daaruit dat de wrijving niet in elk geval juist met de tweede magt van de snelheid klimt en dat de wrijving op achterlijker gelegene deelen van het oppervlak minder is dan in het voorschip.

De exponent van de snelheid zal binnen de grenzen der practijk echter blijkens die proeven wel altijd binnen 1.83 en 2.16, meestal veel nader bij 2 zijn; $f$ varieert voor metaaloppervlak (theelood) van 0.00262 tot 0.00232, voor gladde lak of vernis van 0.00278 tot 0.00262, mits de wrijvende oppervlakte in de rigting van beweging 20 Eng. voeten of meer lang zijn.

Proeven van Dr. FAIRBAIRN en Professor JAMES THOMSON, met draaijende gladde schijven, wezen de waarde 0,002 aan voor den bedoelden wrijvingscoëfficiënt, welke RANKINE vreemd genoeg zelf gebruikt bij de berekening van den invloed der wrijving op den voortstuwer der schepen.

Mijne conclusie is dus:

Dat RANKINE's formule slechts binnen veel engere grenzen bruikbaar is dan men algemeen aanneemt, en dat die daarbinnen minstens 20 percent te grooten weêrstand aanwijst voor nieuwe schepen.

Dat echter buiten die grenzen, doch binnen die waartusschen verreweg de meeste hedendaagsche schepen zijn, zich daarbij een andere volstrekt niet te verwaarloozen oorzaak van weêrstand voegt, — de golfweêrstand, die evenredig is aan eene hoogere magt der snelheid of welligt aan de tweede magt van het verschil der snelheid met die waarbij voor het gegeven schip de golfopwekking begint.

Dat men bij proeven met zeer kleine modellen rekening moet houden met de onvolmaakte vloeibaarheid van water, welke een bij groote schepen onmerkbaren weêrstand geeft, evenredig aan de snelheid, is reeds gezegd.

RANKINE heeft in eene verhandeling, welke gedrukt is in de Philosophical Transactions van 1871, op blz. 296—300 de grondslagen gelegd van eene theorie van den weêrstand door golvenvorming.

Quantitatieve onderzoekingen ontbreken bijna nog geheel.

Maar, terwijl uit het door mij gezegde blijkt, dat men, bij de eischen van snelheid, welke de wereldhandel nu aan stoomschepen stelt, den golfweêrstand niet vermijden kan dan door reusachtige schepen, waarvoor die snelheid betrekkelijk weêr gering zou zijn, leert de onvolledige theorie in verband met eenige proeven van WILLIAM FROUDE dit, dat, indien men den strijd met den golfweêrstand aanneemt, het noodig kan wezen de scherpe lijnen onzer stoomschepen en daarmede ook den vorm of plaatsing der voortstuwers vaarwel te zeggen en schepen te gaan maken met doorsneden die RANKINE stroomlijnen met 4 brandpunten of *Cycnoïden* noemt, omdat zij veel hebben van de horizontale doorsneden van het ondergedompeld deel van een zwemmenden zwaan.

Zulke vollere lijnen alleen zouden ook aan schepen van bruikbare afmetingen voldoende waterverplaatsing of draagvermogen kunnen geven om de krachtige werktuigen te dragen, welke de

strijd met de golven — in den hier bedoelden zin — zoude noodig maken.

In de bijlage F heb ik de resultaten gegeven van eene vergelijkende proef, door W. FROUDE genomen met een model van den cycnoïde-vorm, en een even groot model, waarvan de horizontale doorsneden den meer gewonen vorm van trochoïden hadden. Deze uitkomsten zijn nog niet gepubliceerd, doch mij door den Heer FROUDE medegedeeld.

Het voordeel der cycnoïden begint eerst bij eene betrekkelijk groote snelheid, die evenredig is aan den vierkantswortel uit de lineaire afmetingen der modellen of schepen, en welke FROUDE de *zwaan-snelheid* noemde.

Het onderwerp is echter nog op verre na niet voldoende onderzocht, doch de naauwkeurige, hoewel te weinig talrijke proeven doen een belangrijk voordeel van gewijzigde vormen van schepen voor bijzondere gevallen meer dan vermoeden.

Maar bij die verandering in den bouw van schepen voor groote snelheid bestemd, zou men ongaarne de voorlichting van eenige theorie missen, en daarom behoeft dan ook de tegenhanger van de weêrstands-theorie dringend verbetering.

Ik bedoel hiermede de leer van de werking der voortstuwers.

Kortheidshalve bepaal ik mij tot die, welke nu de meest belangrijke is — de schroef dus.

In RANKINE's beschouwingen daarover komt, gelijk reeds opgemerkt is, de wrijvingscoëfficiënt 0.002 voor (voor Engelsche maten) tusschen gepolijst metaal en zeewater.

Daar echter de geheele uitwerking van de wrijving ongeveer 4 ten honderd bedraagt in zijn voorbeeld, zoude eene vermeerdering van 50 procent van dien coëfficiënt de uitkomst slechts met ongeveer 2 procent aandoen.

Eene andere onnaauwkeurigheid is, dat, gelijk uit bijlage A blijkt, de middenpuntvliedende werking der schroef stilzwijgend wordt voorbijgegaan.

In de „Annual of the School of Naval Architecture" voor 1873 blijkt, uit eene beschouwing van JAMES R. COTTERILL, dat de hierdoor ontstaande fout ongeveer 5 procent bedragen kan.

Door die beide oorzaken te zamen kan RANKINE's theorie dus reeds 7 procent te veel geven voor de uitwerking van den voortstuwer.

Eene derde opmerking betreft niet zoozeer de theorie zelve als wel het toepasselijk verklaren daarvan op bestaande voorbeelden zonder eenige nadere correctie.

Ik moet hierover een weinig uitvoeriger zijn.

Wanneer een schip door het water beweegt, deelt het aan vele waterdeelen beweging mede, afgescheiden zelfs van de golven die het opwekt.

In de eerste plaats heeft men het onvermijdelijke *Zog*, dat is eene laag water, die het schip omgeeft en bij den voorsteven zeer dun is, doch naar achteren dikker wordt en uitloopt in een staart of stroom achter het schip en dit volgende.

Dat zog is het dynamisch equivalent van de voortstuwende kracht en bestaat uit waterdeelen, grootendeels door het schip voortgewreven, ten deele ook gestooten of getrokken zoo men wil.

De weêrstand van het schip, de hoeveelheid van beweging in het zog, de voortstuwende kracht en de hoeveelheid van beweging in den stroom water dien de voortstuwer achterwaarts werpt, zijn dus onafscheidelijk verbonden en aequivalenten.

In geheel het zog wordt juist evenveel hoeveelheid van beweging per seaunde opgehoopt, als in een gewigt, gelijk aan de voortstuwende kracht, dat één seconde vrij valt.

Waar dus weêrstand is, is het zog onvermijdelijk, en dus in elke bekende vloeistof.

Evenzeer is de achterwaartsche stroom onvermijdelijk dien de voortstuwer achteruit drijft, waar deze op het water werkend kracht uitoefent.

Werkt nu echter de schroef direct op het zog, en wel zóó volmaakt als dit in de practijk onmogelijk maar toch *denkbaar* is, dan zal hare werking aan het zog juist al zijne snelheid ontnemen. Schepraderen doen dit niet, omdat zij grootendeels buiten het zog werken.

Men ziet dan ook bij eenige oplettendheid gemakkelijk:

1°. Bij een *zeilend* schip, dat het gevolgd wordt door eenen stroom zog, die de voortstuwende kracht van den wind voorstelt;

2°. Bij een *raderschip*, dat dit gevolgd wordt door eenen stroom zog, waarnaast twee stroomen in omgekeerde rigting door de wielen weggestuwd;

3°. Bij een *schroefschip* veel minder zog met voorwaartsche rigting, dat bovendien overgaat in een achterwaartschen stroom, wanneer het schip tegenwind heeft of een ander sleept. De rondgaande beweging van het water, die een gevolg is van de schuine werking der schroefbladen, is in elk geval zeer zigtbaar.

Men mag in het algemeen als grondbeginsel stellen, dat de achterwaartsche virtueele snelheid van een voortstuwer, die direct op het zog werkt om het schip voort te stuwen, zoodanig moet zijn, dat die juist de voorwaartsche snelheid van het zog uitput; en, omgekeerd, dat een voortstuwer, die dit doet, juist de voldoende kracht levert.

Oppervlakkig schijnt het daarom, dat eene schroef, waarvan de snelheid ten opzigte van het schip — dat is hare omwentelingen per tijdseenheid maal de spoed — juist zoo groot is als de snelheid van het schip, en die daarom juist den voortgang van het zog zoude stuiten, de voorwaarde van dat grondbeginsel vervulde. Met zulk eene schroef zou de *slip* — dat is het verschil van voortgang door het water en door eene vaste middenstof — juist nul zijn, en er zou uit volgen dat, hoewel voortstuwing zonder slip theoretisch mogelijk is, de soms opgemerkte negatieve slip als gevolg van het zog ondenkbaar is.

Maar, — afgezien van de practische bezwaren altijd, — is dit echter onwaar en zou een ideale voortstuwer juist de halve snelheid van het zog als negatieve slip kunnen hebben.

Want, als men zich, voor de gemakkelijkheid der voorstelling, in plaats van de schroef eens denkt eene opeenvolging van platte borden juist zoo groot als de dwarsdoorsnede van den zogstroom, die achter het schip verticaal in de vloeistof dalen met eene horizontale snelheid gelijk aan die van het zog, en dan achteruit bewegen met eene drukking die geleidelijk aangroeit totdat de snelheid ten opzigte van het water buiten het zog nul is, en dan spoedig uit het water rijzen, dan zal die voortstuwer aan het grondbeginsel voldoen, doch de *gemiddelde* snelheid der borden zal slechts de halve snelheid van het zog

zijn en dus de slip negatief en ten bedrage van de ander helft van de snelheid van het zog.

Maar in de practijk, met schroeven op de gewone plaats aangebragt (zooals in fig. 1), dat is, waar het zog nog een vrij geconcentreerde snelle stroom is, wordt waarschijnlijk door deze eigenschap van het zog nooit de opgemerkte negatieve slip verkregen, omdat men het verschijnsel meestal vereenigd vindt met belangrijke arbeidverspilling en bij schepen met volle achterlijnen.

Tot regt verstand van mijne bedenking tegen detoepassing van RANKINE'S theorie van de schroef op bestaande schepen moest ik echter deze opmerking van WILLIAM FROUDE over de negatieve slip hier aanhalen. Zij slaat alleen op schroeven met kromme rigtlijn of aangroeijenden spoed.

Behalve het zog heeft men achter elk schip in zekere mate, maar achter schepen met stompe achterboegen en breede stevens vooral, eene massa van gebroken water die de geheele plaats vult, welke de langs het schip glijdende waterdeelen door hunne inertie belet worden te bereiken.

Dat water volgt het schip met constante snelheid, gelijk die van het schip, en kost, zoolang er geene verandering komt in die snelheid en zonder verdere verstoringen, geen arbeid. Het vult alleen eene plaats die de scheepsbouwmeester had kunnen vullen met een deel van het schip dat nog eenige draagkracht had gehad en bijgezet aan het geheel. Dit gebroken water waarin men eene kurk of flesch kan werpen die het schip blijft volgen, en waarin bij groote schepen de zeelieden soms zwemmen al zeilt het schip met groote snelheid, werkt niet op het roer, dat er buiten moet reiken om effect te hebben.

Maar al is het schip fijn van lijnen en met smallen achtersteven, gelijk een ijzeren schip kan zijn, dan nog is dit gebroken of medegaand water, dat ik voortaan *stevenwater* noemen zal, niet tot nul gereduceerd. De binnenste laag van het zog draagt, althans achter de grootste wijdte van het schip, grootelijks het karakter van stevenwater, dat is, dat het voor een groot deel *dezelfde* waterdeelen zijn die medegaan met het schip en niet gelijk in het zog telkens nieuwe massa's water die slechts eene snelheid minder dan die van het schip aannemen

en dus achterblijven. De proeven van Sir COTTON straks genoemd en de geringe wêerstand van kimkielen aan den *Greyhound* aangebragt bij FROUDE's proeven bewijzen dit. In figuur 3 is bij K een kimkiel zigtbaar.

Het is natuurlijk dat er geen scherpe afscheiding bestaat tusschen beide lagen en de eene ongevoelig in de andere overgaat, waardoor steven- of kielwater en zog naauw verbonden zijn.

Elk blad van de schroef, geplaatst als die gewoonlijk is, snijdt door het stevenwater, ontmoet op dat oogenblik grooten weêrstand door de voorwaartsche snelheid van dat water, doch ontwikkelt ook door eigen inertie zoowel als door die der andere bladen op dat oogenblik grooter kracht, doet door de reactie de as en daarmede het achterschip schudden en verspilt arbeid: want het stevenwater wordt van het schip geworpen door het schroefblad en onmiddellijk door ander water vervangen, dat in korten tijd de snelheid van het schip moet aannemen, hetgeen geschiedt door verlies van drukking op het achterschip.

Als men zich eens gemakshalve voorstelt een schip waarvan het deel onder de schroefas door een plat vlak geheel was weggesneden, zoodat het een platbooms-vaartuig met de schroefas in den bodem werd, terwijl de schroef slechts één blad had waarvan de *halve* omwenteling dus in stil water, de wederhelft achter het schip, dat wij ons stomp voorstellen, *geheel* in *stevenwater* geschiedt; dan zal de eerste halve omwenteling in korten tijd geschieden en het schip voortstuwen, de tweede halve omwenteling geen voortstuwende kracht leveren ondanks grooten wêerstand tegen de schroef, die voor dat deel van den slag veel meer tijd gebruikt. Duurt de eerste helft van den slag nu $^1/_2$ secunde met ongewoon veel, bijvoorbeeld 30 procent slip, en de tweede helft $^2/_3$ secunde, dan is de slip over den geheelen slag gerekend nog *min* 5 procent. Want als de schroef $p$ spoed heeft, legt die in de $^1/_2$ secunde achterwaarts af, ten opzigte van het schip, $^1/_2$ $p$, of met 30 procent slip ten opzigte van het water $\frac{7}{10}.\ \frac{1}{2}.\ p = \frac{7}{20}p$. Dit legt dus ook het schip af in $^1/_2$ secunde, en dus per secunde, $\frac{21}{20}p$ hetgeen $\frac{1}{20}$ of 5 procent negatieve slip aanwijst. Die 5 pCt. is natuurlijk slechts *schijn-*

*bare* slip, want de *werkelijke* slip is 30 procent en deze kan nooit negatief zijn, wanneer de schroef arbeid doet.

Maar het gezegde diende om twee zaken te betoogen:

1°. dat bij elk schroefschip waarbij de schroef in een gat in het achterschip werkt, (als bij figuur 1) eene oorzaak bestaat van tijdelijke vertraging, van de schroefomwenteling, waardoor de slip schijnbaar wordt verminderd, en schijnbaar negatief zou worden indien zij niet werkelijk grooter ware dan men doorgaans aanneemt.

2°. dat deze vertraging ontstaan door het werken in steven water dat de volle snelheid van het schip heeft en niet kan worden weggeworpen zonder zich ten koste van meer weêrstand van het schip onmiddellijk aan te vullen, verlies van arbeid moet geven.

RANKINE's theorie nu onderstelt, dat de schroef werkt in een zog dat over de geheele schijf door de schroef doorloopen eene snelheid heeft, gelijk aan de uit zijne stroomlijn-theorie benaderde snelheid van het zog in het hart van de schroef, waarbij de steven zonder dikte ondersteld wordt, en neemt het arbeidverlies door het stevenwater niet in aanmerking,

Beide onderstellingen moeten ieder op zich zelve te gunstige uitkomst geven. Hoeveel dit is, is echter in het algemeen niet te bepalen. Maar wanneer men nu ziet, in Bijlage B., dat de formule voor de schroef nog $1\frac{1}{2}$ procent minder drukking geeft dan de formule voor den wêerstand van het schip; daarbij in aanmerking neemt de vroeger genoemde 2 en 5 procent en de laatstelijk genoemde belangrijke oorzaak van verschil, dan ontstaat bijna zekerheid, dat de totale wederstand van den *Warrior* althans belangrijk minder is dan de berekende.

Terwijl dus bij de bestaande theorie van den weêrstand de wrijvingscoëfficiënt herzien moet worden en een nieuw onderzoek ingesteld naar den weêrstand geboren uit golfverwekking, moet bij de theorie van voortstuwing behalve minder belangrijke punten eene correctie ingevoerd worden voor het effect van het stevenwater.

Tot het eerste, dat een ingewikkeld vraagstuk is, ontbreken de noodige door waarneming te verkrijgen gegevens in die mate, dat zelfs de te volgen weg nog niet geheel aangeduid kan worden.

Tot het laatste ontbreken mede de gegevens om de grootte van eenige coëfficiënten te bepalen, doch deze zijn gemakkelijker te verzamelen en men kan den weg aanwijzen om tot het doel te komen.

Als men door waarneming, die het best op zeilschepen of door uitwendige kracht gedreven schepen gedaan kan worden, bij benadering weet binnen welke grenzen het zog het karakter van stevenwater heeft, en dus ook hoevele cubieke eenheden C van de schijf, welke de schroef bij eene omwenteling doorloopt, in het stevenwater liggen, zal per revolutie door elk blad $\varphi$ (C) cubieke eenheden stevenwater worden uitgestooten in het zog. $\varphi$ is een nog te bepalen functie van den spoed, de middellijn en hoeksnelheid van de schroef, die altijd met 100 procent slip het stevenwater doorklieft. Proeven, met stilstaande schroeven, waarvoor en waarachter men gedeeltelijke schermen plaatst om de geregelde doorstrooming van het water te beletten, kunnen dus tot de bepaling dienen.

Indien nu $l'$ de werkelijke lengte van de schroef is, en om RANKINE's notatie te volgen $l$ de gezamenlijke lengte der bladen, dus $\frac{l}{l'}$ het aantal bladen, $p$ de voortgang van het schip ten opzigte van het zog bij de schroef, per omwenteling van de schroef, die $n$ revoluties per secunde maakt; dus $p\,n$ de snelheid vau de schroef door het water in lengte-eenheden per secunde; en $\frac{w}{g}$ de massa van de cubieke eenheid water, zal per omwenteling de impulsie

$$\mathrm{R}.\frac{1}{n} = \varphi(c).\frac{w}{g}.\frac{l}{l'}.p.n$$

noodig zijn om het stevenwater uit het zog te vernieuwen, waarin R voorstelt de constante vermeerdering van weêrstand van het schip uit deze oorzaak gedurende de geheele revolutie.

R is dus eene kracht die men moet aftrekken van de totale voorwaartsche drukking van de schroefas om de werkelijke te behouden, indien men, om beide vraagstukken van schip en

voortstuwer uit elkander te houden. R als verlies van druk-king van de schroef in plaats van als vermeerdering van weêr-stand van het schip beschouwt. Gold het te berekenen of de schroefas sterk genoeg ware, dan zoude deze wijze van be-schouwen ongeoorloofd zijn.

Hoe belangrijk de invloed van het stevenwater kan zijn be-wijst de volgende proef.

In 1862, toen de zoogenaamde tweeling-schroeven — zie figuur 2 — die op vrij grooten afstand bezijden den achter-steven en dus grootendeels buiten het zog werken, nog nieuw waren, wilde ik beproeven of deze meer, dan wel minder utili-satie (dat is het quotiënt van nuttigen arbeid tot voortstuwing, gedeeld door totalen arbeid tot drijven der schroef) hadden, dan één schroef, die in het zog werkte.

Op grond van eene toen nog slechts gegiste wet van verband tusschen modellen en schepen, nam ik eenige proeven met een model op $^1/_{30}$ der grootte. De stoommachine was vervangen door eene sterke schroefvormige veêr werkende op eenen hef-boom waarvan ik de armen gemakkelijk veranderen konde en welke veêr altijd binnen dezelfde grenzen gebruikt werd, zoodat de geleverde arbeid in kilogrammeters dus steeds dezelfde was, terwijl ik den hefboom beproevender-wijze steeds veranderde, zóó dat de tijd waarin de kilogrammeters geleverd werden ook de-zelfde bleef, al veranderde ik de schroeven en daardoor het aantal omwentelingen dat zij maakten. De snelheid *alleen* ob-serverende *nadat* ik den hefboom geregeld had naar de schroeven, had ik dus steeds dezelfde fractie van eene paardekracht, die het model dreef.

De vergelijking van de werking van eene schroef op de ge-wone wijze geplaatst, met die van twee schroeven buiten het zog, leerde niet veel dan dat de twee schroeven beter waren, dan de eene wier cirkel trouwens kleiner was. Doch toen ik om die reden aan de eene schroef wat grooter middellijn gaf, waardoor zij niet op de gewone wijze in het schroefgat konde geplaatst worden, doch ongeveer 1 decimeter achterlijker aan de verlengde as bevestigd werd — ongeveer als in de boot, welke in figuur 3 is voorgesteld — trok de gunstige uitkomst mijne aandacht.

Ik nam toen nog eene proef, die ik hier wilde aanhalen, en wel deze, dat ik de oorspronkelijke kleinere schroef weêr gebruikte en de resultaten vergeleek van die schroef, draaijende in het gewone gat als in fig. 1, en *dezelfde* schroef, draaijende op de nieuwe plaats. Ik vond toen, dat in het laatste geval:

1°. de schroef met dezelfde fractie van eene paardekracht ongeveer 20 procent meer hoeksnelheid kreeg;

2°. de snelheid van het scheepje, bijna 30 procent aangroeide.

3°. de schijnbare slip van 12 tot 5 procent daalde;

en, mag men nu aannemen, dat bij dit model, bij de bereikte snelheid, de weêrstand evenredig is aan het vierkant der snelheid, dan zoude die utilisatie aangegroeid zijn als weêrstand maal snelheid, dus ongeveer als $1.3^{-3} = 2.197$.

Daar de utilisatie nimmer in het laatste geval = 1 kan zijn geweest, kan zij in het eerste met de meeste schepen overeenkomend geval op verre na niet 0.5 zijn geweest. In den *Greyhound* was het niet meer dan 0.6 en RANKINE vindt door berekening voor den *Warrior* het niet zeer waarschijnlijk cijfer 0.773.

Ik ben aan de genoemde proef eerst later veel waarde gaan toekennen, omdat ik, toen ik die nam, meer toeschreef aan de schaal van het model dan ik nu meen dat noodig was. Van daar echter dat niet meer bijzonderheden zijn opgeteekend.

De waarde, die ik er aan hecht, zoowel als aan alle met de noodige zorg en naauwkeurigheid genomene proeven op niet te kleine modellen, is gegrond op de sedert als eene waarheid erkende *wet van vergelijking*, die door proeven van WILLIAM FROUDE met het schroefschip *Greyhound* en een model van hetzelfde schip geheel bevestigd is.

Die wet is: *dat, wanneer twee gelijkvormige schepen of een schip en zijn model overeenkomstige lineaire afmetingen hebben als $L$ en $l$, en snelheden die in reden staan als $\sqrt{L}$ en $\sqrt{l}$, welke men de snelheden van vergelijking noemt, de weêrstanden binnen de grenzen der practijk tot elkander in reden staan als $L^3$ en $l^3$; en dat zelfs, zooverre men heeft kunnen waarnemen.*

*de golfverwekking, behoudens de schaal waarop het geschiedt, overeenkomt; zoodat het watervlak rondom het model eene afbeelding (op de schaal l: L) is van het watervlak rondom het schip met zijne stelsels van golven.*

Alleen is het moeilijk in het model de onevenheden van de huid van een werkelijk schip overeenkomstig de schaal terug te geven, doch het schijnt, dat blinkende lak op het model vrij goed overeenkomt met een nieuw schip.

Ten gevolge van deze wet krijgen proeven met modellen, zelfs die met werkende modellen, door eigen voortstuwers gedreven, eene waarde voor de toepassing in het groot, die men vroeger niet opmerkte.

Tevens kunnen zij vermoedelijk bijna alle gegevens leveren voor de nog te maken theorie van den wederstand ten gevolge van golfverwekking, want, daar de golfvlakte rondom het model dat met eenparige snelheid door een toestel of boot wordt bewogen, ten opzigte van beiden niet verandert, kan men het met naauwkeurigheid photographeren.

Terwijl zij voor den scheepsbouwmeester voorloopig het eenige surrogaat zijn voor berekeningen, die hij nog niet met de noodige naauwkeurigheid maken kan, hebben zulke proeven zelfs voordeelen van juistheid boven de zoo moeilijk goed te nemen en kostbare proeven in het groot, voor de vermeerdering onzer kennis van de wetten van weêrstand en voortstuwing; en naar mijne bescheidene meening rust daarom op de Regeringen van Staten die belang hebben bij stoomvaart-oeconomie, de verpligting zulke proeven te nemen en bekend te maken en zelfs particulieren in de gelegenheid te stellen van de voor alle proeven noodige toestellen gebruik te maken, tot het onderzoeken hunner modellen.

De Engelsche Admiraliteit is bezig het eerste gedeelte van deze taak te vervullen met de reeksen van proeven, die WILLIAM FROUDE te Chelston Cross, Torquay, voor haar neemt met groote voor het doel gemaakte toestellen. Die proeven zullen, indien ze algemeen bekend gemaakt worden, veel leeren aangaande den wederstand.

Doch de wederhelft van dit vraagstuk eischt proeven met werkende modellen, en hiervan heeft men, naar het schijnt, nog

de noodzakelijkheid niet ingezien met die mate van overtuiging, die tot handelen leidt.

Bij zulke proeven zijn echter bijzondere voorzorgen noodig, die niet ieder vooraf nemen zoude, en waarvan het verzuimen veel aanvankelijk verspilden arbeid ten gevolge heeft.

In de eerste plaats het kiezen van voldoende waterdiepte. Bij den *Greyhound* toch bleek, dat de bodem op 14 à 18 meters diepte bij dit schip van 4.25 meter diepgang zeer merkbaren invloed op den weêrstand had.

Ten tweede de zuiverheid van het water. Men moet bij proeven met modellen van een paar meters lengte het watervlak vooraf afschuimen, want zelfs in een afgesloten bassin vormt zich elken dag op het water een laagje onreinheid dat merkbaren invloed heeft op den weêrstand. Reinigt men eene oppervlakte van 1000 centiaren door een drijvende lat er over te halen, dan zal die lat zelf, indien men ze los laat, door het stoflaagje voortgestuwd worden totdat dit zich door eigen spankracht wêer over het bassin heeft uitgebreid. In een zeer groot bassin, een meer bijvoorbeeld, dat weinig onreinheid bevat, jaagt de wind echter alles naar eene zijde; en ook het drijvend vlies van de door een wal of gebouw aan de werking van den wind ont trokken oppervlakte volgt de rest, door zich bijna onbepaald te verdunnen, zoodat men aan de windzijde van een dok of meer dikwijls een helder en zuiver watervlak vindt.

Ten derde de oppervlakte van het model. Dit onveranderd te houden bij vergelijkende proeven eischt de grootste zorg. De dunne laag zuivere schellak-vernis moet dagelijks vernieuwd worden om de proeven van verschillende dagen te kunnen vergelijken, zonder verschillen te vinden die men al ligt aan andere oorzaken zou toeschrijven.

Ten vierde het in aanmerking nemen van de verandering van den wrijvingswêerstand door de verschillen in absolute lengte van model en schip. Dit punt is in de proeven van FROUDE reeds onderzocht en eenige resultaten zijn in Bijlage E medegedeeld, die, graphisch voorgesteld, zouden doen zien dat de wet van verandering met de lengte niet van dien aard is, dat het moeilijk zoude zijn den meerderen invloed van eene vierkante eenheid in het model-oppervlak en nabij het vooreinde van het schip,

boven die nabij het achtereinde van het groote schip, vrij juist in rekening te brengen.

---

Ten slotte resumeer ik.

De bestaande theorieën van weêrstand van de vloeistof tegen bewegende drijvende ligchamen, en van voortstuwing der schepen door schroeven zijn te onjuist voor de practijk, zelfs binnen de enge grenzen door den ontwerper gesteld.

Die grenzen ruimer te maken is bovendien noodig.

Er is een groot gebrek aan gegevens om nieuwe theorieën op te gronden.

Het wiskundig deel van den arbeid is ook te zwaar voor het meerendeel van hen die in of door hun bedrijf nog het best in staat zijn uit waarnemingen gegevens bijeen te brengen.

De moeilijkheid van waarnemingen in het groot wordt minder belemmerend door de mogelijkheid om ze door proeven op kleine schaal te vervangen.

Die proeven eischen echter, om waarde te hebben, behalve onderscheidene voorzorgen, nog toestellen die te kostbaar zijn om door elk belangstellende te worden aangeschaft.

De Engelsche Regering doet reeksen van proeven nemen die groote waarde hebben voor de theorie van wêerstand.

De wederhelft van het onderwerp — de werking der voortstuwers — werd nog niet stelselmatig onderzocht, maar proeven met modellen zijn daartoe uiterst geschikt en waarschijnlijk in alle opzigten voldoende.

Die proeven leerden reeds, dat het zoover mogelijk achterwaarts verplaatsen der schroeven de utilisatie van den besteed wordenden arbeid verbetert.

---

# BIJLAGE A.

---

KORT OVERZIGT VAN DE MECHANISCHE BEGINSELEN VAN DE WERKING DES SCHROEFVOORTSTUWERS, VOLGENS PROF W. J M. RANKINE.

§ 1. Elke voortstuwer, en dus ook de schroef, drijft het schip door de reactie van den stroom water dien hij achterwaarts stuwt

§ 2. De schroef echter heeft veel grooter uitwerking in de rigting harer as dan eene schijf van gelijken diameter zou hebben, die men aan eene steeds langer wordende stang achter uit het schip zou drijven, met eene snelheid gelijk aan de snelheid waarmede de schroef achterwaarts beweegt, dät is dus, ten opzigte van het schip gerekend, de spoed van de schroef maal het aantal omwentelingen ; ten opzigte van de vloeistof echter, voor zooverre die niet door den doorgang van het schip in beweging komt, de spoed van de schroef maal het aantal omwentelingen, min de snelheid van het schip, of, in andere woorden, de schijnbare slip van de schroef.

§ 3. Dit verschijnsel heeft tot oorzaak dat de schijf niet gelijk de schroef een geregelden achterwaartschen stroom van water voortbrengt omdat zij niet telkens nieuwe massa's water onmiddellijk aangrijpt.

§ 4 Geene theorie is nog voorgesteld die den constructeur leiden kan in de keuze van de verhouding van het gebruikte deel van den geheelen schroefgang in schroeven van verschillende aantallen van bladen, noch in den vorm dier bladen. Alleen geeft de practijk eenige uitkomsten waartegen ondersteld wordt, dat niet gezondigd wordt bij hetgeen verder volgt.

Evenzoo is ondersteld, dat de schroef genoeg ingedompeld is om geen lucht onder den waterspiegel te zuigen; dat de toevloeijing van water voldoende is; enz

§ 5. De reactie van den stroom water dien de schroef achterwaarts drijft, is gelijk aan het product van drie factoren: de massa der cubieke eenheid water, het aantal cubieke eenheden water in elke tijdseenheid aangegrepen, en de snelheid in lengte-eenheden per genoemde tijdseenheid, die dat water door de schroef verkrijgt.

§ 6. De eerste factor is door proeven naauwkeurig bepaald daar men het soortelijk gewigt van zeewater en de versnelling van de zwaartekracht kent.

§ 7. De tweede factor is het product van de doorsnede van den stroom water dien de schroef achterwaarts zendt met zijne snelheid ten opzigte van het schip. Men kan, als CORIOLES, den toestand beschouwen onmiddellijk vóór de werking van den voortstuwer op het water, of als RANKINE, onmiddellijk daarna; doch de uitkomst is dezelfde, daar de aangroeijing van snelheid gepaard gaat met eene evenredige zamentrekking in de dwarsdoorsnede van den stroom. De laatste wijze is echter gemakkelijker omdat het uit proeven schijnt te blijken, dat de zamengetrokken doorsnede overeenkomst met den inhoud van den cirkel van gelijken diameter als de schroef min de doorsnede van de naaf der schroef, die niet voortstuwend werkt. De snelheid ten opzigte van het schip na de werking der schroef is de som van twee grootheden: de snelheid van het schip, en de snelheid ten opzigte van onverstoord water van den stroom dien de schroef geeft, dat is de schijnbare slip van den stroom.

§ 8. Bij een roeispaan of dergelijk werktuig zou de slip van den stroom gelijk zijn aan die van het werktuig; bij de schroef echter is door de schuine werking op het water dit niet het geval, doch gelijk de slip van de schroef maal het vierkant van den sinus van den hoek dien haar werkend oppervlak met de as maakt, een factor die verschilt voor elk element van de schroef en den stroom, en die een reden van verlies zou daarstellen bij de schroef waardoor deze voortstuwer in de practijk zou achterstaan bij alle directwerkende middelen als schepborden enz., ware het niet dat de massa water waarop de schroef werkt, in de practijk veel grooter kan zijn dan bij andere voortstuwers.

§ 9 De derde factor — de snelheid die het water door de

schroef verkrijgt — is de reeds genoemde slip van den stroom zoo het water vóór de werking der schroef in rust was. Doch had dat water toen reeds snelheid, gelijk altijd bij schroefschepen welke de schroeven op de gewone plaats voeren het geval is, dan moet die (voorwaartsche) snelheid opgeteld worden bij de *schijnbare* slip van den stroom om de snelheid te verkrijgen, die het gevolg is van de werking der schroef en die men de *werkelijke* slip van den stroom kan noemen.

§. 10. De achterwaartsche stroom, gevormd door de schroef achter het schip, werkt juist dáár nadeelig op de drukking der vloeistof op het achterschip, bijna evenzeer als eene schroef, die vóór het schip geplaatst was en het water tegen den boeg wierp, zoude doen. De weêrstand van het schip wordt er door vermeerderd, en de schroefas moet eene grootere drukking uitoefenen om het schip met zekere snelheid voort te stuwen, dan het geval zou zijn wanneer de schroef op grooten afstand aan eene verlengde as het schip dreef.

§ 11. Rankine begroot het hierdoor ontstaande verlies aan arbeid naar het volgend beginsel: indien de stroom, waarin de schroef werkt, en dien men het zog noemt, eene zekere snelheid had, om het schip te volgen, indien de schroef er niet ware, moet eene kracht gelijk en tegengesteld aan die, welke noodig zou zijn om aan elk waterdeeltje in het zog de bedoelde snelheid te geven, ook een deel vormen van de werking van het water op het schip, van den wederstand der vloeistof dus. Maar als de schroef er niet ware, zoude dat zog belangrijk grooter doorsnede hebben dan de cirkel van gelijken diameter als de schroef. De schroef aan den zogstroom (ten deele) eene snelheid achterwaarts gevend, doet de doorsnede zamentrekken, en die zamentrekking wordt aangevuld door ander water dat wel genoodzaakt is dezelfde voorwaartsche snelheid aan te nemen, die het zog zou hebben, indien de schroef er niet ware; en de kracht daartoe noodig is het verschil dat zich openbaart tusschen de drukking, die de schroefas moet uitoefenen nu de schroef in reeds bewegend water (het zog) werkt, en die welke zou noodig zijn bij eene onbepaald verlengde schroefas.

Die kracht of dat verschil in drukking is evenredig aan het verschil tusschen de werkelijke en schijnbare slip van den

stroom en wordt dus zeer groot in gevallen van schijnbare negatieve slip. *)

§. 12. Na eene opmerking deswege van FROUDE, zegt RANKINE, dat deze redeneering slechts betrekking heeft op het verlies van drukking door de schroefas op het schip overgebragt, en dus op den verspilden arbeid ten gevolge van bewegingen, ontstaan in het water door normalen druk, en niet door bewegingen ontstaan door wrijving.

§ 13. De utilisatie van de schroef, dat is het quotiënt van den nuttigen tot den geheelen besteeden arbeid, is, afgezien van wrijving en van het verlies door het reeds bewegen van het water, de eenheid verminderd met het quotiënt: slip van de schroef gedeeld door snelheid van de schroef. Het verlies aan schadelijken arbeid door dit quotiënt voorgesteld, omvat ook het verlies door de rondgaande of dwars-slip, zoowel als dat van die in de rigting der beweging.

§ 14. Als het water echter reeds vooraf in beweging is, is het verlies tweeledig: vooreerst toch het straks genoemde, maar met de werkelijke slip te berekenen, en ten tweede een verlies dat evenredig is aan het vierkant van de snelheid, die het water had, onafhankelijk van de schroef.

§ 15. De wrijving eindelijk geeft een klein verlies van drukking op de schroefas, veroorzaakt door den langsscheepschen component van de wrijving, en een grooter verlies in arbeid tot het draaijen der schroef besteed, ten gevolge van den dwarsscheepschen component der wrijving.

### OPMERKINGEN OVER NEGATIEVE SLIP.

§ 16. Tegen de poging om negatieve slip te verklaren door op te merken, dat de schroef beweegt in water, dat voorwaartsche snelheid heeft (het zog) voerde men aan, dat het voorwaartsche momentum — dat is masa $\times$ snelheid, per secunde aan het zog gegeven, slechts gelijk is aan den weder-

*) De geheele opvatting van de wijze waarop deze invloed van het zog werkt komt ons minder juist voor.

stand van de vloeistof tegen het schip, dat de schroef per secunde niet minder achterwaartsch momentum kan geven, dan de drukking, die de schroefas overbrengt op het schip, hetgeen dus weder de wederstand is; en dus dat, als de schroef ieder waterdeel van het zog aangreep, slechts de vermindering van slip verklaard was, doch niet het negatief worden.

§ 17. Indien de snelheid van den stroom, waarin de schroef werkt, slechts de gemiddelde snelheid van het zog ware, zoude deze opmerking onwederlegbaar zijn (voor eene schroef met overal gelijken spoed) want het is het momentum per secunde, behoorende bij die gemiddelde snelheid, dat het aequivalent is van den wederstand van het schip en waarop de redeneering van § 16 slaat.

§ 18. Maar het water dat verstoord is door het schip, heeft meerdere voor- en achterwaartsche afwisselende snelheden of langsscheepsche slingeringen buiten de gemiddelde snelheid van het zog. En vooral is dit het geval ter plaatse waar zich de golven, die het schip volgen, bevinden; want onder iederen kop is voorwaartsche, onder ieder dal achterwaartsche beweging. De snelheden dier beweging staan niet in onmiddellijk verband met den weêrstand dien het schip ondervindt. Het totaal momentum is nul, en eerst als die oscillaties zijn uitgestorven, blijft over het momentum dat aequivalent is aan den weêrstand van het schip.

§ 19. Daar gewoonlijk een golfkop zich onder het wulf boven de schroef bevindt en in tamelijk goed gevormde schepen het schip bijhoudt, werkt de schroef in water, dat eene tijdelijke snelheid heeft, grooter dan de gemiddelde van het zog.

Daardoor wordt elke negatieve slip verklaard.

§ 20. Maar het bestaan van die golf, die aanvullingsgolf heet, verklaart ook het verlies aan arbeid, dat negatieve slip geeft, daar de weêrstand tegen het draaijen der schroef in sneller verhouding groeit, dan de snelheid dier beweging vermindert; want onder de wetten der golfbeweging behooren ook deze, dat alle voorwaartsche beweging der deeltjes gepaard gaat met verhooging der oppervlakte, en, dat de drukking tegen een ligchaam vóór de golf geplaatst, ten gevolge van de verhooging des waterspiegels juist gelijk is aan de drukking,

benoodigd om de voorwaartsche snelheid aan de waterdeeltjes te geven. Zoo ook in de aanvullingsgolf, die het schip volgt, als de schroef die niet verplaatst of verstoort. Maar de schroef, die de beweging stoort, doet het niveau dalen en vermindert de drukking op het achterschip. Die vermindering van druk is in uitwerking gelijk aan eene vermeerdering van weêrstand, en de drukking, die de schroefas uitoefent, moet gelijk zijn aan de som van den weêrstand, behoorende bij den vorm en de snelheid van het schip en de genoemde vermeerdering.

En nu is die vermeerdering van drukking door de schroefas over te brengen, grooter deel van de geheele drukking daarvan, dan de vermindering in snelheid van de schroef is van de geheele snelheid. Er wordt dus arbeid verloren doordat de schroef in golvend water werkt, doch deze redeneering gaat niet door voor de gelijkmatige snelheid van het zog ten gevolge van de wrijving.

§ 21. In de discussie, die volgde op het voor het eerst bekend maken dezer opmerkingen (§§ 16—20) zeide WILLIAM FROUDE, dat de bedoelde aanvullingsgolf voor een gegeven schip, voor zoo verre hij had kunnen nagaan, op dezelfde plaats bleef, onafhankelijk van de snelheid.

Een scherp schip heeft die voorlijker, een vol schip achterlijker.

# BIJLAGE B.

---

## PROF. W. J. M. RANKINE'S VOORBEELD VAN TOEPASSING VAN DE VOORTSTUWINGS-THEORIE OP HET SCHIP „*Warrior*."

Om de beginselen in bijlage A in woorden gegeven, te kunnen toepassen op een voorbeeld, moeten die eerst in algebraïschen vorm worden gesteld.

Zij: $u_0$ = snelheid van het schip.

$ds$ een element van den stroom door de schroef achterwaarts gedreven.

$u$ = achterwaartsche snelheid ten opzigte van het schip van het element van het zog met $ds$ overeenkomend, zonder dat de schroef werkt.

dus $u_0 - u$ = voorwaartsche snelheid van het zog zonder schroefwerking ten opzigte van het water dat niet door het schip is aangedaan.

$v$ = achterwaartsche snelheid van $ds$ als de schroef werkt.

dus $v - u$ = snelheid aan $ds$ gegeven door de schroef, dat is de slip van den stroom.

$v'$ = achterwaartsche snelheid ten opzigte van het schip van een elementair deel der schroef dat op $ds$ werkt.

dus $v' - u_0$ = schijnbare slip van de schroef.

$v' - u$ = werkelijke „ „ „ „

$\theta$ = de schuinheid van het elementair deel der schroef, dus de standhoek er van met een vlak loodregt op de schroefas.

dus $tang\,\theta$ = spoed van de schroef gedeeld door omtrek der schroef.

$\varrho = \frac{w}{g}$ = $\frac{\text{wigt van de cubieke eenheid water}}{\text{versnelling der zwaartekracht}}$ = massa van de cubieke eenheid water.

dus $\varrho = \frac{1026}{9.8} = 105$ in meters, secunden en kilo's.

of $\varrho = \frac{64}{32} = 2$ in Eng. voeten, secunden en Eng. ponden.

---

Totale drukking van het element van den stroom.

Het volumen water per secunde aangegrepen is $v\,ds$, de massa $\varrho\,v\,ds$.

De snelheid er aan gegeven $v - u$.

Dus de druk van het element der schroef, of de differentiaal van de drukking T der as

$$dT = \varrho\,v\,(v-u)\,ds \ldots\ldots\ldots (1)$$

---

Verlies in drukking door werken in bewogen water.

Het water heeft de snelheid $u' - u$ ten gevolge van den doorgang van het schip.

Voor elk element des strooms bestaat dus eene achterwaartsche reactie $\varrho\,v\,(u_0 - u)\,ds$, die deel vormt van den weêrstand van het schip onafhankelijk van de schroef.

Maar de schroef vermeerdert het water dat door de schijf, welke zij doorloopt, vloeit in de verhouding $\frac{v}{u}$.

Dus is er door de werking der schroef eene meerdere achterwaartsche reactie of meerdere wederstand van het schip, hetgeen overeenkomt met verlies van of verspilde drukking voor elk element $ds$ ter grootte van

$$\left(\frac{v}{u} - 1\right)\varrho\,v\,(u_0 - u)\,ds = \frac{u_0 - u}{u}\,\varrho\,v\,(v-u)\,ds$$

welke formule in verband met (1) geeft

$$= \frac{u_0 - u}{u} dT \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

---

De *nuttige drukking* van het element van den stroom is derhalve

$$dT' = \left(1 - \frac{u_0 - u}{u}\right) dT = \left(1 - \frac{u_0 - u}{u}\right) \varrho v (v - u) ds$$

$$= \frac{2u - u_0}{u} \varrho v (v - u) ds \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

---

De *utilisatie* van de schroef in stil water, wrijving verwaarloozend.

De totale arbeid per secunde besteed tot het drijven van het element der schroef is $v' \, dT$
de nuttige arbeid is $u_0 \, dT'$,
maar in stil water is $T' = T$.,

dus de utilisatie $= \frac{u_0}{v'}$, voor het element $\ldots\ldots\ldots$ (4)

Bij schroeven met gelijken spoed is $v'$ constant over de geheele schroef dus ook $\frac{u_0}{v'}$ de utilisatie van de schroef. Van den geheelen besteeden arbeid $v' \, dT$ is $v \, dT$ gebruikt, om water achterwaarts te dringen en $v' - v) \, dT$ om draaijende beweging te geven aan den stroom.

---

De utilisatie in bewogen water, wrijving verwaarloozend

Uit (3) volgt:

Utilisatie van het element der schroef =

$$\frac{u_0 \, dT'}{v' \, dT} = \frac{u}{v'} \cdot \frac{u_0}{u} \cdot \frac{dT'}{dT} = \frac{u}{v'} \left\{1 - \left(\frac{u_0 - u}{u}\right)^2\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

waarin $\frac{u}{v'}$ is de utilisatie van het element in stil water, met dezelfde *werkelijke* slip als de schroef in bewogen water heeft, dat is, $v' - u$.

Dus is het effect van bewogen water dat de utilisatie vermindert, in reden als $\left\{1-\left(\frac{u_0-u}{u}\right)^2\right\}$.

---

Drukking van de schroefas bij constanten spoed, wrijving verwaarloozend.

Onderstellend dat de schroef goed is volgens uitkomsten der practijk, zoodat de geheele cylinder water achterwaarts vloeit

Zij $p'$ = de spoed van de schroef;

$r$ = de straal, en

$dr$ = de dikte van een element van de schroef bevat tusschen cylindervlakken concentrisch met de schroef:

$r_1^2\pi = a_1$ = de oppervlakte van een cirkel van gelijken diameter als de schroef;

$r^2{}_0\pi = a_0$ = de oppervlakte van de doorsnede der naaf;

dan is $$ds = 2\pi r\,dr \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

$$a_1 - a_0 = 2\pi\int_{r_0}^{r_1} r\,dr = \pi(r_1^2 - r_0^2) \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

als $\theta$ nu slaat op de cylindrieke laag van straal $r$

dan is $$tang\,\theta = \frac{p'}{2\pi r}.$$

Stelt men kortheidshalve $cot\,\theta = \frac{2\pi r}{p'} = q$ en zoo ook voor $r_0$ en $r_1$, dan is:

$$ds = \frac{p'^2 q\,dq}{2\pi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

$$a_1 - a_0 = \frac{p'^2}{4\pi}(q_1^2 - q_0^2) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Het schroefelement, welks breedte is $dr$, en gemiddelde straal $r$ en schuinte $\theta$ geeft aan de cylindrische laag water, die het

aangrijpt eene snelheid normaal op de schroefvlakte groot $(v^1 - u)\ cos\ \theta$, en deze kan men ontbinden in een dwarsscheepsche snelheid, die de rondgaande slip van het water is $= v^1 - u)\ cos\ \theta\ sin\ \theta$ en een langsscheepsche, die de achterwaartsche slip van het water is $= (v^1 - u)\ cos^2\ \theta$; dus

$$v - u = (v^1 - u)\ cos^2\ \theta = (v^1 - u)\ \frac{q^2}{1+q^2} \quad \ldots \quad (10)$$

Deze (10) geeft voor de waarde van $v$ in (1)

$$v = \frac{v^1 q^2}{1+q^2} + \frac{u}{1+q^2} = v^1\left(1 - \frac{v^1 - u}{v^1} \cdot \frac{1}{1+q^2}\right) \quad \ldots \quad (11)$$

en uit (10) (11) en (8) volgt

$$d\Gamma = \varrho v(v-u).ds = \varrho v^{1\,2} \frac{p^{1\,2}}{2\pi} q\,dq \left\{\frac{v^1-u}{v^1} \cdot \frac{q^2}{1+q^2} - \left(\frac{v^1-u}{v^1}\right)^2 \cdot \frac{q^2}{(1+q^2)^2}\right\} \quad (12)$$

deze uitdrukking geintegreerd van $q = 0$ tot $q = q_1$, of voor eene schroef zonder bos van de doorsnede $a_1$, geeft voor de totale drukking op de as

$$T_1 = \varrho v^{1\,2} a_1 \left\{\frac{v^1 - u}{v^1}\left(1 - \frac{Nep.log\,(1+q_1^2)}{q_1^2}\right) - \left(\frac{v^1 - u}{v^1}\right)^2 \left(\frac{Nep\ log\,(1+q_1^2)}{q_1^2} - \frac{1}{1+q_1^2}\right)\right\} \quad (13)$$

Als er een naaf is, moet de overeenkomstige functie van de schijf van de naaf $a_0$ worden afgetrokken.

De *effectieve* drukking is $T_1$ maal $\frac{2u - u_0}{u}$.

---

Wrijving eener schroef.

Daar de berekening slechts benaderend is, kan de naaf worden verwaarloosd.

De wrijving van water snel over gepolijst metaal glijdend, is door Dr. FAIRBAIRN en Prof JAMES THOMSON gevonden:

$\frac{f\varrho v^2}{2}$ waarin $f = 0.002$ en $v =$ snelheid van glijden is.

Zoo $l =$ lengte van de schroef evenwijdig aan de as is en daarop werkt een holle cylinder water van gemiddelden straal $r$ en dikte $dr$ dan is:

$$r = \frac{p^1 q}{2\pi} \quad \text{en} \quad dr = \frac{p^1 dq}{2\pi}.$$

De wrijvende oppervlakte, twee kanten der schroefbladen rekenende, is:

$$2 l dr \sqrt{1+q^2} = \frac{l p^1 \sqrt{1+q^2}.dq}{\pi}$$

en de tweede magt van de snelheid van glijden is benaderenderwijze $= v^2 = v^{1^2}(1+q^2)$.

De wrijving nu ontbonden in twee componenten geeft een langsscheepsche $=$ wrijving $\times \frac{1}{\sqrt{1+q^2}}$ die de effectieve drukking der as vermindert en

een dwarsscheepsche $=$ wrijving $\times \frac{q}{\sqrt{1+q^2}}$ die den weêrstand welken de schroef aan de draaijende beweging biedt vergroot en wel evenzeer alsof de totale drukking op de as was vermeerderd met eene waarde $=$ wrijving $\times \frac{q^2}{\sqrt{1+q^2}}$.

Daardoor ontstaat in elke elementaire laag of hollen cylinder: eene vermindering van effectieve drukking in de as door wrijving

$$dF = \frac{f\varrho v^{1^2}}{2\pi} l p^1 (1+q^2) dq \ldots\ldots\ldots (14)$$

en een weêrstand tegen draaijen door wrijving, gereduceerd tot een aequivalente vermeerdering van de totale drukking in de as

$$dF^1 = \frac{f\varrho v^{1^2}}{2\pi} l p^1 (q^2+q^4) dq \ldots\ldots\ldots (15)$$

de integralen nemende voor een cirkel $a_1$ vindt men:

$$F = \varrho v^2 a_1 \frac{fl}{p^1}\left(\frac{2}{q_1} + \frac{2}{3}q_1\right) \ldots\ldots\ldots (16)$$

$$F^1 = \varrho v^2 a_1 \frac{fl}{p^1}\left(\frac{2}{3}q_1 + \frac{2}{5}q_1^3\right) \ldots\ldots\ldots (17)$$

waaruit: effectieve drukking in as ongeveer,

$$T' = \frac{2u - u_0}{u}(T - F) \ldots\ldots\ldots (18)$$

Totale drukking, met vermeerdering die aequivaleert den weêrstand door wrijving, eene vermeerdering die dus nooit op den dynamometer zigtbaar is:

$$T'' = T + F' \ldots\ldots\ldots (19)$$

RANKINE voegt gemakshalve een uitgewerkte tafel er bij voor de waarden

$$k = 1 - \frac{Nep.\,log\,(1+q^2)}{q^2}$$

$$k' = \frac{Nep.\,log\,(1+q^2)}{q^2} - \frac{1}{1+q^2}$$

$$k'' = \frac{2}{3}q + \frac{2}{q}$$

$$k''' = \frac{2}{3}q + \frac{2}{5}q^3$$

voor verschillende waarden van $q$ berekend.

Voor het gebruik maakt RANKINE nog eenige verandering in de notatie. Hij noemt:

$n$ = aantal revolutiën der schroef per secunde,

$p^1$ = spoed schroef, dus

$np^1$ = snelheid schroef ten opzigte van het schip,

$p$ = achterwaartsche snelheid van het zog ten opzigte van het schip per revolutie,

$p^1 - p$ = werkelijke slip van de schroef ten opzigte van het water per revolutie,

$p^1 - p_0$ = schijnbare slip van de schroef ten opzigte van het schip per revolutie,

$p_0 - p$ = voorwaartsche snelheid van het zog ten opzigte van het onverstoorde water,

$np_0$ = snelheid schip per secunde,

$n(p_0 - p)$ = snelheid zog per secunde,

$l$ = som der lengten van de schroefbladen gemeten in de rigting der as,

$q_1$ $k_1$ en $k^1_1$ waarden van $q$ $k$ en $k^1$ voor de schroef zelve,

$q_0$ $k_0$ en $k_0^1$ " " $q$ $k$ en $k^1$ voor de naaf,

dan worden de formules (13) (16) (17) en (18) respectievelijk:

$$T = \frac{w}{g} n^2 p^{1^2} \left\{ (k_1 a_1 - k_0 a_0) \frac{p^1 - p}{p^1} - (k_1^1 a_1 - k^1_0 a_0) \left( \frac{p^1 - p}{p^1} \right)^2 \right\} . \quad (13_a)$$

$$F = \frac{w}{g} n^2 p^{1^2} a_1 \frac{l}{p^1} f k' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16_a)$$

$$F^1 = \frac{w}{g} n^2 p^{1^2} a_1 \frac{l}{p^1} f k''' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17_a)$$

$$T^1 = \frac{2p - p_0}{p} (T - F) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18_a)$$

en daar $(T + F^1) n p^1$ = totale arbeid der schroef = het ver-

mogen door den indicateur der machine aangewezen maal de utilisatie van het mechanisme der machine,
en $T^1 n p_0$ = nuttigen arbeid der schroef per secunde.
Utilisatie-schroef =

$$U_s = \frac{T^1 n p_0}{(T + F^1) n p^1} = \frac{T - F}{T + F^1} \cdot \frac{p}{p^1} \cdot \left(1 - \left(\frac{p_0 - p}{p}\right)^2\right) \ldots (20)$$

welke voor eene schroef in onverstoord water werkend, waarvoor $p = p_0$ , worden

$$T^1 = T - F \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18^b)$$

$$U_s = \frac{T^1 n p_0}{(T + F^1) n p^1} = \frac{T - F}{T + F^1} \cdot \frac{p}{p^1} \ldots\ldots\ldots\ldots (20^a)$$

---

Voor het Engelsche ijzeren pantserschip *Warrior* was

$n$ = 0.904 revolutiën per secunde.

$p^1$ = 30 Eng. voeten.

$\frac{p_0 - p}{p_0}$ = 0 09 opgemaakt uit de teekening (zie Shipbuilding theoretical and practical.)

$\frac{p^1 - p_0}{p_0}$ = 0,12 = geobserveerde schijnbare slip in deelen van de snelheid van het schip.

$\frac{p^1 - p}{p} = \frac{0{,}09 + 0{,}12}{1 + 0{,}12}$ = 0,188 = werkelijke slip, afgeleid uit bovenstaande gegevens.

$q_1 = 2\frac{1}{2}$.

$q_0 = 0{,}625$.

$a_1 = 471$, zijnde de diameter der schroef 24½ Engelsche voeten.

$a_0 = 30$, zijnde de diameter der naaf $5\frac{1}{2}$ Engelsche voeten.

$l = 2 \times 3{,}6 = 7{,}2$ Eng. voeten.

Men vindt dus:

$k_1 = 0{,}683$ ; $k_1' = 0{,}179$ ; $k_0 = 0{,}157$.

$k^1{}_0 = 0{,}123$ ; $k_1 a_1 - k_0 a_0 = 317$;

$k_1' a_1 - k_0^1 a_0 = 81$ ; $\left(\frac{p^1 - p}{p^1}\right)^2 = 0{,}0353$,

$317 \times 0{,}188 - 81 \times 0{,}0353 = 56{,}7$,

$n p^1 = 27{,}12$ en uit formule ($13^a$).

Totale druk schroefas, afgezien van wrijving:

$$T = \left(\frac{w}{g} = 2\right) \overline{27{,}12}^2 \times 56{,}7 = 83\ 349 \text{ Eng. ponden.}$$

Invloed der wrijving met $f = 0{,}002$

$$\frac{l}{p^1} = \frac{7{,}2}{30} = 0{,}24 \quad ; f k'' = 0{,}0049 \quad f k''' = 0{,}0156.$$

$F = 1470 \times 471 \times 0{,}24 \times 0{,}0049 = 814$ Eng. ponden.

$F^1 = 1470 \times 471 \times 0{,}24 \times 0{,}0156 = 2592$ " "

waarin $\frac{w}{g} n^2 p^{1\,2} = 1470$.

Effectieve drukking der schroef-as:

$$T - F = 83349 - 814 = 82\ 535,$$

doch dit, maal den factor $\frac{2p - p_0}{p} = 0{,}901$ voor het verlies door werken in verstoord water, geeft

$T^1 = 75\ 107$ Eng. pond. effectieve drukking der schroef.

De wederstand der vloeistof bij de bereikte snelheid van 14,354 knoopen, wordt uit de theorie van RANKINE gevonden:

$$R = 76\ 177 \text{ Eng. ponden.}$$

Het verschil van 1070 Eng. pond. of $^1/_{70}$ bewijst dat in beide theorieën of geene belangrijke, of elkander in dit geval vrij wel vernietigende fouten zijn.

---

Berekening van het effectief vermogen.

$T = 83\ 349$ Eng. pond. afgezien van wrijving.

$F^1 = 2\ 592$ " " vermeerdering van drukking in de as, door wrijving daartoe te reduceren.

$T + F^1 = 85941$; dus de te overwinnen drukking

$85941 \times (np^1 = 27{,}12) = 2\ 330\ 720$ voetponden per secunde, of, daar 550 dier eenheden = 1 paardekracht:

$2\ 330\ 720 : 553 = 4238$ effectieve paardekrachten.

Het vermogen door den indicateur aangewezen van de machine van den *Warrior* was 5471 paardekracht.

Het verschil of 1233 paardekr. ging verloren in wrijving in de machine, arbeid tot lucht- en voedingspompen, waardoor de utilisatie van het mechanisme bleek:

$$U_m = \frac{4238}{5471} = 0.775.$$

Utilisatie van de schroef.

$$\frac{T^1 n p_0}{(T + F^1) n p_1} = \frac{T - F}{T + F^1} \cdot \frac{p}{p^1} \left\{ 1 - \left( \frac{p_0 - p}{p} \right)^2 \right\} = U_s$$

$$U_s = \frac{82\ 535}{85\ 941} \cdot \frac{0{,}91}{1{,}12} \cdot \left\{ 1 - \left( \frac{0{,}09}{0{,}91} \right)^2 \right\} = 0{,}773.$$

Het product is $U_m \times U_s = 0{,}775 \times 0{,}773 = 0{,}6$ onge-

veer en, ware de uitkomst $U_s$ juist, dan zou het bewijzen, dat 60 ten honderd van den arbeid door den stoom geleverd, nuttig tot voortstuwing was.

---

Bepaling van den diameter van eene schroef als de slip, waarmede die werken moet, gegeven is.

Formule (12) integrerend tusschen de grenzen voor naaf en buitenomtrek der schroef, wordt, even als (13) voor eene schroef zonder naaf, voor eene schroef met naaf zoo de diameter van de naaf tot diameter schroef staat als $b$ : 1

$$T = \varrho v^1 {}^2 a_1 \left\{ \frac{v^1 - u}{v_1} (k_1 - k_0 b^2 - \frac{(v^1 - u)^2}{v^1} (k_1{}' - k_0{}' l^2) \right\}$$

verder geven formule (18) en (16) het middel om $a_1$ op te lossen.

$$a_1 = \frac{\frac{T^1}{\frac{w}{g} v^1 {}^2}}{\frac{2u - u_0}{u} \left\{ (k_1 - k_0 b^2) \frac{v^1 - u}{v^1} - (k_1' - k^1{}_0 b^2) \frac{v^1 - u}{v^1} - f k'' \frac{l}{p^1} \right\}}$$

en hieruit is natuurlijk de rest te vinden.

Nu is volgens de weêrstands-theorie voor goede schepen, voor de snelheid, waarmede ze gebruikt worden, geschikt,

$$T^1 = \frac{G \times (\text{snelheid in knoopen})^2}{100} \text{ Eng. ponden,}$$

wanneer G het vermeerderd nat oppervlak is.

Daaruit is

$$\frac{T^1}{\frac{w}{g} v^1 {}^2} = \frac{U_s^1}{v^1 {}^2} \cdot \frac{G}{566},$$

welke deeler 566 volgens RANKINE van 500 tot 600 varieeren kan, naarmate het schip meer of min glad is.

Hiermede wordt:

$$a_1 = v_1^2 \pi = \frac{G}{566 \frac{v'^2}{u_0^2} \cdot \frac{2u - u_0}{u} \cdot \left\{ (k^1 - k_0 b^2) \frac{v^1 - u}{v^1} (k^1 - k_0^1 b^2) \left( \frac{v^1 - u}{v^1} \right)^2 - f k'' \frac{l}{p^1} \cdot \right\}}$$

---

Formule voor de slip.

In de vergelijking $\frac{T^1}{\frac{w}{g} \cdot v^{1\,2}} = \frac{U_0^2}{v^{1\,2}} \cdot \frac{G}{566}$ moet alles gegeven zijn behalve $\frac{v^1}{u}$.

Ter herinnering diene dat $v^1$ = snelheid schroef, achterwaarts,
$u$ = snelheid zog, achterwaarts, als de schroef er niet was, zijnde beide genomen ten opzigte van het schip.

Zij gemakshalve

$$\frac{u_0^2}{(2u - u_0)u} \cdot \frac{G}{566 a_1} = B$$

$$k_1 - k_0 b^2 = c$$

$$k_1^1 - k'_0 b^2 = c'$$

$$f k'' \frac{l}{p^1} = c''$$

dan is:

$$B = \frac{v'^2}{u^2}(c - c' - c'') - \frac{v^1}{u}(c - 2c') - c'$$

waaruit gevonden wordt:

$$\frac{v^1}{u} = \frac{c - 2c'}{2(c - c' - c'')} + \sqrt{\left\{ \frac{B + c'}{c - c' - c''} + \frac{(c - c')^2}{4(c - c' - c'')^2} \right\}}$$

noemt men verder de uitdrukking onder het wortelteeken = A. dan is de verhouding van *werkelijke* slip tot snelheid schroef

$$\frac{v^1 - u}{v^1} = \frac{\sqrt{A} - \frac{c - 2c'}{2(c - c' - c'')}}{\sqrt{A} + \frac{c - 2c'}{2(c - c' - c'')}}$$

en is nu uit de planteekening van het schip bekend de verhouding:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{u_0 - u}{u_0} = \frac{\text{snelheid zog}}{\text{snelheid schip}} = \varphi$$

en dus $\frac{u}{u_0} = 1 - \varphi$, dan is ook bekend

$$\frac{\text{snelheid schip}}{\text{snelheid schroef ten opzigte schip}} = \frac{u_0}{v^1} = \frac{1}{\frac{v^1}{u} \times \frac{u}{u_0}} = \frac{1}{\frac{v^1}{u}(1-\varphi)}$$

Voor den *Warrior* is uit het plan geschat:

$\frac{u_0 - u}{u_0} = 0.09$ (Zie *Shipbuilding theoretical and practical*, page 249, § 8, rule I);

dus:

$$\frac{u_0^2}{(2u - u_0)u} = \frac{1}{0{,}82 \times 0{,}91} = 1.34.$$

Verder is uit het plan berekend G = 36979

$a_1 = 471$

waaruit B = 0,1859.

Verder is $c = 0{,}673$

$c' = 0{,}171$

$c'' = 0{,}0012.$

Hieruit wordt verkregen voor de werkelijke slip, in deelen van de snelheid schroef:

$$\frac{v^1 - u}{v^1} = 0{,}1884; \quad \text{waaruit } \frac{u}{v^1} = 0{,}8116;$$

dus

$$\frac{u_0}{v^1} = \frac{\frac{u}{v^1}}{\frac{u}{u_0}} = \frac{0{,}8116}{0{,}91} = 0{,}892.$$

Dit geeft voor de schijnbare slip in deelen van de snelheid der schroef:

$$\frac{v^1 - u_0}{v} = 1 - 0{,}892 = 0{,}108$$

de geobserveerde schijnbare slip was 0,107.

Verschil nog niet 1 percent van de slip.

# BIJLAGE C.

PROEFONDERVINDELIJKE BEPALING VAN DEN WEERSTAND IN HET WATER VAN DE ENGELSCHE OORLOGS-KORVET *"Greijhound"*

DOOR WILLIAM FROUDE

| Snelheden uitgedrukt in | | | Weêrstand van het water, uitgedrukt in Engelsche ponden | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Engelsche voeten per secunde. | Knoopen of minuut-mijlen van 1851, 853 meter per uur. | Engelsche voeten per minuut. | Direct gevonden met den dynamometer op sleeptros. | Zonde zijn volgens de wet weêrstand evenredig aan (snelheid)$^2$ zoo de eerste proef als maatstaf dient. | Verschil dat volgens RANKINE moet ontstaan door golfverwekking. |
| 12.617 | 7.88 | 757 | 4770 | 4770 | 0 |
| 14.08 | 8.74 | 845 | 6200 | 5943 | 257 |
| 16.28 | 10.10 | 977 | 9440 | 7946 | 1494 |
| 16.95 | 10.50 | 1017 | 10770 | 8609 | 2161 |

Het onder water gelegen deel van het oppervlak van den romp was bij deze proeven 7540 vierk. Eng. voeten.

De koperhuid was oud, daardoor niet zeer glad en niet geheel zonder aangroeijing.

# BIJLAGE D.

---

BEGROOTING VAN DE GROOTSTE WAARDE WELKE DE WRIJVINGS-COËFFICIËNT BIJ DEN *„Greyhound"* KAN GEHAD HEBBEN.

Bij de snelheid van 757 Eng. voeten per minuut groeide de weêrstand van het schip reeds aan, als de magt $2\frac{1}{2}$ van de snelheid. Men had dus reeds extra-weêrstand door golfverwekking en dus was de weêrstand door wrijvings-draaikolken $< 4770$ Eng. ponden.

Het nat oppervlak was 7540 vierk. Eng. voeten.

De coëfficiënt van vermeerdering $\frac{G}{O}$ uit de teekening van het schip opgemaakt was voor dit schip grooter dan voor den *Warrior*, die een scherper voorschip heeft,

$$\text{en wel} = 1{,}4943.$$

Het vermeerderd nat oppervlak G moet dus zijn

$$= 7540 \times 1.4943 = 11267 \text{ vierk. Eng. voeten}$$

Uit de formule van RANKINE:

$$\text{wrijvings-weêrstand} = \frac{(\text{snelheid in Eng. vt.})^2}{64.4} \times 64 \times f \times G$$

volgt dus

$$4770 > \frac{12.617^2}{64{,}4} \cdot 64.\ f.\ 11267.$$

waaruit onmiddellijk

$$f < 0.00267,$$

voor een schip met oude, niet geheel schoone koperhuid.

# BIJLAGE F.

### MODELLEN.

| | Cycnoïde. | Trochoïde. |
|---|---|---|
| Lengte. . . . . | 3,172 M. | 3,172 M. |
| Wijdte (of breedte). . . . . | 0,781 " | 0,781 " |
| Diepgang zonder kiel. . . . . | 0,281 " | 0,240 " |
| Waterverplaatsing. . . . . | 0,290 $M^3$ | 0,290 $M^3$ |
| Weêrstand bij 1.91 Meter per secunde | 3,624 KG. | 3,624 KG. |

Bij lagere snelheden had de Trochoïde minder weêrstand, bij hoogere snelheden de Cycnoïde

Hieruit afgeleid is het volgende voor groote aan de modellen gelijkvormige

### SCHEPEN.

| | Cycnoïde. | Trochoïde. |
|---|---|---|
| Lengte. . . . . | 72,27 M. | 72.27 M. |
| Wijdte. . . . . | 18, " | 18, " |
| Diepgang. . . . . | 6,47 " | 5,52 " |
| Waterverplaatsing. . . . . | 3556 ton | 3556 ton |
| Weêrstand bij 9.12 Meter per sec. | 37338 KG. | 37338 KG. |

Waarbij in aanmerking genomen is de verandering der wrijving door de lengte.

De snelheid van 1,91 M. voor de modellen en 9,03 M. voor de schepen zijn de limieten der "*Swanspeeds*" van FROUDE waarbij de Cycnoïde voordeel verkrijgt, en in verhouding als de wortels uit de lengten $1.91 : 9.12 = \sqrt{3.172} : \sqrt{72.27}$.

# TYPI NONNULLI GENERICI PISCIUM NEGLECTI.

AUCTORE

PETRO BLEEKER.

## Familia MORMYROIDEI.

Phalanx MORMYRINI.

Pinna dorsalis tota in dimidio corporis posteriore sita pinna anali brevior vel eae subaequalis radiis 12 ad 36.

*Campylomormyrus* Blkr.

Rostrum acutissimum in tubum gracilem deorsum curvatum productum. Maxilla inferior cirro brevi. Dentes maxillis parvi parci conici non emarginati. Pinna dorsalis anali paulo brevior. Squamae 80 circ. in serie longitudinali. D. 28. V. 6. A. 31.

Spec. typ. *Mormyrus tamandus* Günth.

*Oxymormyrus* Blkr.

Rostrum acutissimum in tubum gracilem rectiusculum productum. Maxilla inferior cirro nullo. Pinna dorsalis anali duplo brevior. Corpus elongatum. D. 17? A. 38?

Spec. typ. *Mormyrus zanclirostris* Günth.

Phalanx MORMYRODINI.

Pinna dorsalis elongata longe ante medium corpus incipiens, majorem dorsi partem occupans, anali longior, radiis 44 ad 84. Maxilla inferior cirro nullo.

*Solenomormyrus* Blkr.

Rostrum acutissimum tubiforme productum. Maxillae subaequales Pinna analis parti dorsalis posticae opposita et dorsali pluritoties brevior.

Spec. typ. *Centriseus niloticus* Bl. Schn.

(Genus dubium sed si figura vera positione pinnae analis sub radiis dorsalis posticis notabile).

Familia RHYNCHOBDELLOIDEI.

*Pararhynchobdella* Blkr.

Rostrum inferne non transversim striatum. Praeoperculum edentulum. Pinnae verticales plane confluentes non distinctae.

Spec. typ. *Rhynchobdella maculata* Rwdt.

Familia NOTACANTHOIDEI.

*Polyacanthonotus* Blkr.

Spinae dorsales liberae plus quam 30. Rostrum in proboscidem productum.

Spec. typ. *Notacanthus Risosanus* Fil. Veran.

Familia CENTROBLENNIOIDEI Blkr.

Blennii pinna dorsali majore parte vel tota e spinis rigidis pungentibus composita, parte spinosa integra vel bipartita, parte radiosa nulla vel parte spinosa multo breviore.

Phalanx GUNNELLINI.

Pinna dorsalis tota e spinis composita indivisa, parte anteriore distincta nulla. Corpus squamatum. Pinnae ventrales rudimentariae vel nullae. Membranae branchiales sub gula continuae isthmo nullo separatae.

*Gunnellops* Blkr.

Corpus elongatum squamatum. Linea lateralis conspicua unica

Dentes maxillis parvi. Dentes vomerini et linguales. Pinnae verticales continuae. D. 100. A. 90. V. 1.

Spec typ. *Gunellus roseus* Val.

Familia LYCODEOIDEI.

*Lycodalepis* Blkr.

Squamae nullae. Maxillae non cirratae. Linea lateralis inconspicua. Pinnae ventrales rudimentariae. Appendices pyloricae 2. D. 90. V. 3. A. 70.

Spec. typ. *Lycodes mucosus* Rich.

*Paralycodes* Blkr.

Squamae rudimentariae. Caput latius quam altum. Maxillae non cirratae. Dentes maxillis et palatini uniseriati. Pinnae ventrales bene conspicuae. D. 73. V. 2. A. 65.

Spec. typ. *Lycodes variegatus* Günth.

Familia CEPOLOIDEI.

*Acanthocepola* Blkr.

Caput ossibus opercularibus squamatum. Praeperculum dentatum vel spiniferum. Squamae trunco regulariter imbricatae.

Spec. typ *Cepola Krasensterni* Schl.

Familia MACRUROIDEI.

Phalanx LEPIDORHYNCHINI.

Caput cristis vel laminis osseis nudis nullis. Ossa suborbitalia angulum praeopereuli non attingentia.

*Macruroplus* Blkr.

Rostrum breve. Dentes scobinati. Squamae non carinatae, pectinato-striatae. Pinna dorsalis anterior radio 1° valido spinoso-serrato. D. 1ª 1/9. D. 2ª 100 fere. V. 8. A. 80 ad 90. B. 7.

Spec. typ. *Macrurus serratus* Lowe.

Phalanx Macrurini.

Caput cristis osseis nudis vel laminis spiniferis scabrum Ossa suborbitalia angulum praeoperculi attingentia.

*Paramacrurus* Blkr.

Caput laminulis spinulosis scabrum. Rostrum breve triangulare. Os inferum. Dentes maxillis pluriseriati villiformes. Squamae singulae carinis 12 vel 13. Pinnae, dorsalis anterior radio longissimo edentulo, posterior vix post initium analis incipiens. Pinnae ventrales sub pectoralibus insertae. D. 1ª 2/11. D. 2ª 88 circ. V. 7. B. 7.

Spec. typ. *Lepidolcprus australis* Rich.

*Oxymacrurus* Blkr.

Caput cristis osseis scabrum. Rostrum acutum. Rictus inferus horizontalis. Dentes maxillis pluriseriati parvi. Squamae singulae carinis pluribus spinulosis vel spiniferis. Pinnae, dorsalis 1ª radio longiore edentulo, 2ª paulo post initium analis incipiens. Pinnae ventrales sub pectoralibus insertae. D. 1ª 2/9. D. 2ª. 80 circ. V. 7. A. 77. circ. B. 6.

Spec. typ. *Macrourus japonicus* Schl.

Familia PLATYCEPHALOIDEI.

*Parabembras* Blkr.

Caput mediocriter depressum. Pinnae dorsalis anterior dorsali posteriore et anali multo longior, dorsalis posterior et analis altiores quam longae. Squamae mediocres. B. 7. D. 9—9. A. 8.

Spec. typ. *Bembras curtus* Schl.

Familia CHIROIDEI.

*Octogrammus* Blkr.

Squamae ctenoideae. Membranae branchiales isthmo sepa-

ratae. Lineae laterales plures. Pinna dorsalis profunde incisa D. 19/..? A. 24.

Spec. typ. *Octogrammus Pallasi* Blkr = *Labrax octogrammus* Schl.

Familia CHAETODONTOIDEI.

*Parachaetodon* Blkr.

Maxillae aequales non productae, inferior ramis contiguuis immobilibus. Pinna dorsalis spinosa radiosa plus triplo brevior spinis subcontiguis posterioribus ceteris longioribus. Linea lateralis dorso caudae desinens. D. 6/30. A. 3/20.

Spec. typ. *Chaetodon oligacanthus* Blkr

---

*Hagae Comitis Calendis* Junii 1874.

# NOTICE

SUR LES GENRES

# AMBLYELEOTRIS, VALENCIENNESIA ET BRACHYELEOTRIS.

PAR

P. BLEEKER.

Un nouvel examen des espèces indo-archipélagiques rapportées aux genres Valenciennesia vient d'apprendre que la diagnose de ce genre, publiée dans „l'Esquisse d'un système naturel des Gobioïdes" *) doit être reformée, que le genre Eleotriodes n'en est pas essentiellement distinct et que, au contraire, une espèce, considerée jusqu'ici comme une Valenciennesia ou Eleotriodes, appartient à un type générique bien différent.

Voici les caractères du genre Valenciennesia, tels que je les trouve constamment dans les nombreux individus que je possède de cinq espèces, sav. les Valenciennesia strigata, muralis, longipinnis, sexguttata et Helsdingenii.

VALENCIENNESIA Blkr = Valenciennea, Eleotriodes Blkr = Calleleotris Gill.

Dentes intermaxillares uniseriati anteriores canini vel caninoidei, inframaxillares biseriati serie externa canino laterali curvato. Dentes pharyngeales multiseriati ex parte acieulares apice

*) *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, Tome IX.

curvati ex parte compressi uncinati. Caput convexum compressum altius quam latum. Nares non tubulatae, anteriores a rostri margine remotae. Maxillae subaequales. Praeoperculum inerme. Squamae capite nullae, trunco ctenoideae 70 ad 130 in serie longitudinali. Isthmus latus. Pinnae; dorsales subcontinuae, radiosa spinosa multo minus duplo longior; caudalis obtusa vel lanceolata. B. 5. D. 6.—1/11 ad 1/19. A1/11 ad 1/19.

Spec. typ. *Eleotris strigata* Val.

L'Eleotriodes Helsdingenii n'est pas génériquement distinct du Valenciennesia. Les écailles, fort caduques et très-petites, ne sont pas cycloïdes mais très-finement ciliées, bien que les cils ne soient visibles qn'à l'aide d'une forte loupe. Aussi les dents inframaxillaires y ont bien positivement bisériales comme le dit la description primitive de l'espèce, et non plurisériales. comme l'indique par erreur la diagnose générique du memoire cité. Le Helsdingenii présente du reste plusieurs caractères remarquables par lesquels il est encore fort distinct de ses congénères, comme par exemple l'extrême petitesse et la caducité des écailles, la convergence des canines antérieures aux deux mâchoires et le prolongement filiforme des rayons sousmédians de la caudale; mais il me semble que ces caractères n'aient qu'une valeur spécifique.

L'espèce, au contraire, que j'ai décrite le premier sous le nom d'Eleotris cyanostigma et qui fut plus tard indiquée comme un Eleotriodes, mais que je considère maintenant comme d'un type générique distinct pour lequel je propose le nom de Amblyeleotris, présente les caractères suivants.

AMBLYELEOTRIS Blkr.

Dentes maxillis tri- ad quadriseriati, serie externa longiores, intermaxillares anteriores, inframaxillares laterales medii canini. Dentes pharyngeales pluriseriati conici curvati (nec aciculares nec compressi uncinati). Caput compressum convexum valde obtusum, altius quam latum. Nares non tubulatae anteriores a rostri margine remotae. Maxillae subaequales. Praeoperculum

inerme. Squamae capite nullae, trunco parvae 85 circ. in serie longitudinali anteriores minimae cycloideae, ceterae ctenoideae. Isthmus latus. Pinnae, dorsales approximatae radiosa spinosa duplo circiter longior, caudalis obtusa. B. 5. D. 6—1/12 vel 1/13. A. 1/12 vel 1/13.

Spec. typ. *Eleotris periophthalmus* Blkr.

Le genre se fait aisément distinguer du Valenciennesia par le profil fort obtus et comme tronqué, par la dentittion des mâchoires et des os pharyngiens et par les écailles cycloïdes de la partie antérieure du trone. Je n'en connais jusqu'ici positivement que l'espèce type, mais je crois devoir y rapporter aussi le Valenciennesia notophthalmus de Chine.

J'ai déjà rapporté à un genre distinct une autre espèce, décrite sous le nom d'Eleotris cyanostigma et indiquée depuis à tort comme un Eleotriodes ou Valenciennesia. On trouve les caractères de ce type, que j'ai nommé Brachyeleotris, dans le mémoire cité ci-dessus, mais je puis maintenant compléter la diagnose par l'observation, que je viens de faire sur les deux espèces à ma disposition, que l'angle du préopercule est fortement armé soit par des dents assez larges soit par une seule épine forte, allongée et dirigée en arrière. Le genre Brachyeleotris appartient, comme les Valenciennesia et les Ambleleotris, et comme aussi les genres Ptereleotris, Orthostomus et Oxymetopon, au groupe des Pareleotrini, mais il est fort distinct de tous ces genres par les grandes écailles et par l'armure préoperculaire.

La diagnose complétée du genre peut se formuler comme suit.

BRACHYELEOTRIS Blkr.

Dentes maxillis pluriseriati serie externa longiores, inframaxillaris lateralis posterior caninus curvatus. Dentes pharyngeales pluriseriati subulati curvati. Caput compressum convexum obtusum altius quam longum, squamatum. Nares non tubu-

latae. Maxillae subaequales. Praeoperculum angulo dentibus vel spina postrorsum spectantibus armatum. Squamae trunco ctenoideae magnae 25 circ. in serie longitudinali. Isthmus latus. Pinnae, dorsales subaequilongae basi contiguae, caudalis obtusa. B. 6. D. 6—1/9 ad 6—1/12. A. 1/8 ad 1/11.

Spec. typ. *Eleotris cyanostigma* Blkr.

Dans l'espèce type l'angle du préopercule est armé de trois à cinq dents plates et relativement larges, mais dans une espèce inédite, de l'île de Bourou, l'armure du préopercule consiste en une forte et large épine courbée atteignant le bord postérieur de l'opercule. Cette espèce, pour laquelle je propose le nom de *Brachyeleotris ensifera*, se distingue encore du cyanostigma par un rayon de moins à la seconde dorsale et à l'anale et peut-être aussi les par couleurs, lesquelles cependant ne sont plus reconnaissables sur l'unique individu que j'en possède mais qui du reste permet d'en donner la description suivante.

*Brachyeleotris ensifera* Blkr.

Brachyeleotr. corpore subelongato, antice et postice compresso, altitudine 5 circ. in ejus longitudine, multo altiore quam lato; capite obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 1 ½ circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 3 circ. in longitudine capitis minus diametro ½ distantibus; linea rostro-frontali convexa; rostro obtuso convexo oculo multo breviore, apice ante oculi marginem inferiorem sito; naribus approximatis; maxilla superiore maxilla inferiore non vel vix breviore, sub medio oculo circ. desinente; rictu curvato; dentibus maxillis pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa omnibus ceteris conspicue longioribus conicis curvatis, inframaxillaribus serie externa anterioribus utroque latere 5 vel 6 ceteris conspicue longioribus conicis curvatis posteriore canino vel caninoideo; sulco oculo supra-scapulari conspicuo; praeoperculo postice et inferne dentibus vel denticulis nullis sed angulo spina magna ensiformi curvata postrorsum et paulo sursum directa operculi marginem posteriorem attingente; vertice, genis operculisque

squamis magnis ctenoideis vestitis; squamis trunco ctenoideis, 25 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; pinna dorsali anteriore spina 3ª in filum caudae partem liberam attingente producta, absque filo corpore humiliore; pinnis dorsali radiosa et anali forma, longitudine et altitudine subaequalibus, postice corpore non humilioribus angulatis; pectoralibus, ventralibus et caudali obtusa convexa capite non brevioribus; coloribus....?

D. 6—1/10 vel 6—1/11. P. 17. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 5/12/5 circ.

Hab. Buru (Kajeli), in mari.

Longitudo speciminis unici 29'''.

Rem. L'unique individu représente probablement le jeune âge. Je l'ai longtemps conservé dans un même bocal avec un individu du Brachyeleotris cyanostigma. Cette espèce est dite, dans mes mémoires ichthyologiques sur l'île de Bourou, habiter les mers de cette île, mais dans les énumerations des espèces de Bourou le nom d'Eleotris cyanostigma doit être remplacé par celui de Brachyeleotris ensifera.

---

*La Haye* Octobre. 1874

---

# NOTA

# OVER DE KINATEELT

## OP JAVA.

VAN

**K. W. VAN GORKOM,**
*Correspondent der Afdeeling.*

Vrij algemeen bestaat de vrees, — Dr. HOWARD te Londen schreef over dit onderwerp onlangs nog eene uitvoerige verhandeling, — dat de kinaplanten, die door zaden worden voortgekweekt, minder kinine-, in het algemeen alkaloïdrijke individuen moeten leveren.

Beslist kan deze vrees nog niet wederlegd worden, maar evenmin hebben onze tot heden opgedane ervaringen, ons het regt gegund tot dergelijk vermoeden.

Wij waren reeds in staat, om Pahudiana- en Succirubraplanten, uit zaden gekweekt, van onderscheiden generatiën, te onderzoeken en konden in het gehalte alkaloïden geen veranderingen waarnemen. De voortgezette talrijke onderzoekingen, van onze veelvuldige Calisaja-variëteiten, hebben wel is waar zeer uiteenloopende resultaten gegeven, maar daar wij met den oorsprong der individuën, de geschiedenis der moederboomen, onvoldoende bekend waren, was het niet redelijk om besliste gevolgtrekkingen te maken. De verschillen zullen op rekening gesteld moeten worden deels van onderscheiden analytische methoden, deels van de groote verscheidenheid in Calisajatypen.

In December 1865 ontvingen wij, onder den naam van Calisaja, zaden uit Amerika, door LEDGER. In de 2de helft van 1872, konde ik van deze soort voor het eerst basten laten

onderzoeken, en zij troffen ons door een buitengewoon hoog kininegehalte, dat tusschen 5 en 10 pCt. loopt. Sedert zijn nabij 1000 kilogrammen van deze Ledgerianabast geoogst en er is, ook onder de fabriekanten, maar één roep over hunne voortreffelijkheid.

Ruim 40 bloeijende boomen, van 7—8jarigen leeftijd, zijn scheikundig onderzocht en behoorlijk geregistreerd. Meer dan 70,000 afstammelingen zijn daarvan gewonnen door zaden en nu zullen wij over 4 jaren afdoende in de gelegenheid zijn, om streng te onderzoeken, welke waarde hierboven bedoelde vrees heeft. De Ledgeriana's onderscheiden zich door een zeer klein, zuiver wit bloempje en eene zeer kleine ovale vrucht. De bladvorm is *niet* karakteristiek, daar men, zelfs aan hetzelfde individu, bladeren van verschillenden vorm en grootte vindt. Enkele individuën hebben een blad, dat aan de onderzijde zuiver kastanjebruin gekleurd is. Uit de meer dan 40 analysen is echter niet te besluiten tot de meerdere of mindere voortreffelijkheid der boomen met duidelijk verschillende bladvormen. Ook komen er rijke individuën voor, wier bloempjes *niet* zuiver wit zijn. Botanische kenmerken op te geven is dus moeijelijk, maar toch treffen de Ledgeriana's den kenner door hun geheele voorkomen en vormen zij een wel te herkennen type. Ik behoef hierbij niet te voegen, dat de kunstmatige voortkweeking intusschen niet veronachtzaamd wordt. Dit jaar worden, door zorgvuldig stekken, meer dan 20,000 planten gewonnen.

Een sprekend feit tegen verbastering door zaden heeft een proef-oogst, in de vorige maand, geleverd.

In December 1868 plantte ik 750 stuks Cinchona officinalis, gewonnen van zaden, die geoogst waren van 4-jarige boomen, op hunne beurt geteeld uit zaden, die mij uit Madras waren gezonden.

In het begin van 1873 werden uit 3 boomen van het in 1868 aangelegd plantsoen, stukken bast gesneden, die 3.89, 3.47, 7.52 pCt. zuiver kinine bleken te bevatten. In Augustus werd het plantsoen uitgegraven en de bast geschild, — 5 boomen liet ik voor zaadwinning staan, waaronder de 3 vroeger onderzochten, — 700 boomen leverden 350 kilo's droog product. Uit de geheele gemengde massa, werd weder een bekwaam

monster genomen en aan eene naauwkeurige analyse onderworpen. Het heeft 4,5 pCt. kinine aangetoond, wat wij als een doorslaand bewijs mogen aannemen, dat hier met de 3de generatie geen teruggang heeft plaats gehad.

Bij den algemeenen oogst van dit jaar, — zeer belemmerd door gestadig regenachtig weêr, — is eene behoorlijke sorteering van den bast in acht genomen, en de verschillen in gehalte van basten 1ste en 2de soort, zijn aanzienlijk. Het alkaloïd-gehalte neemt met de hoogte van den stam af. De jongere basten zijn dus minder rijk. Toch bestaat hier in zooverre een duidelijke grens, dat de volkomen gevormde bast zijn maximum-gehalte heeft en niet overschrijdt. Het bereiken van dit maximum is natuurlijk afhankelijk van den meerder of minder snellen groei, in verband met grond enz. Soms zijn 4jarige boomen, die onder gunstige omstandigheden ontwikkelden, even krachtig als 8jarige, die met tegenspoed te kampen hadden of op een minder vruchtbaar plekje stonden.

Buiten de Ledgeriana, blijken de wortelbasten over het algemeen rijker aan alkaloïd, dan de stambasten.

Verschil in alkaloïd, tred houdend met verschil in standplaats boven zee, is nog niet waargenomen; evenmin verschillen in onderscheiden jaargetijden, of naarmate de boomen aan diverse windstreken blootstaan.

Met wiskunstige zekerheid kan omtrent het gehalte van bekende boomen, a priori, niets gezegd worden.

De individualiteiten mogen typisch gelijk zijn, in rijkdom leveren zij altijd verschillen. Alles zal aankomen op eene behoorlijke oordeelkundige keuze van moederboomen. Deze worden streng geïsoleerd, om vreemden invloed te voorkomen. Hybriden worden dadelijk gevormd als er bevruchting plaats heeft. Proeven heb ik genomen met Caloptera op Calisaja en omgekeerd. Onder de afstammelingen komen individuën voor die op Caloptera en ook die op Calisaja gelijken, zoowel als exemplaren die een gemengd type vertoonen.

De jonge aanplantingen van Lancifolia zijn geteeld van zaden, gewonnen van moederboomen die gezellig zamenstaan met eene staalkaart van kinasoorten. In die jonge aanplantingen herkent men dan ook al de vormen, zoowel als de onverbasterde Lanci-

folia. Over 2 jaren zal de invloed op het scheikundig gehalte geconstateerd kunnen worden.

Eene zoowel voor de planten-physiologie in het algemeen, als voor de kinalogie in het bijzonder, zamen te stellen belangrijke nota, stel ik mij voor, eerst over een paar jaren mogelijk te zijn.

Blijkens pas ontvangen berigt van ED. MORIN te St. Dénis, is de kinacultuur op het eiland la Réunion, dank zij der van hier verleende hulp, zeer goed geslaagd. Op Java neemt de lust, om particuliere plantages aan te leggen, zeer toe. Wegens de groote wisselvalligheid van de prijzen der pharmaceutische basten, raad ik echter elkeen aan, om bij voorkeur Ledgeriana en officinalis te kweeken, hoewel de Succirubra het snelst en krachtigst groeit.

3 2044 092 715 200